

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-113251

(43)Date of publication of application : 23.04.1999

(51)Int.Cl.

H02M 3/155  
H01F 37/00  
H02H 7/12  
H02M 7/217  
H02M 7/48  
H02P 3/18  
H02P 7/63

(21)Application number : 10-067978

(71)Applicant : MITSUBISHI ELECTRIC CORP

(22)Date of filing : 18.03.1998

(72)Inventor : SASAMOTO YOSUKE  
KAWAGUCHI HITOSHI  
KAWAKUBO MAMORU  
SAKANOE KAZUNORI  
MOTOKI TAKAHIRO  
MOCHIZUKI SHOJI

(30)Priority

Priority number : 09 67032  
09211830

Priority date : 19.03.1997  
06.08.1997

Priority country : JP

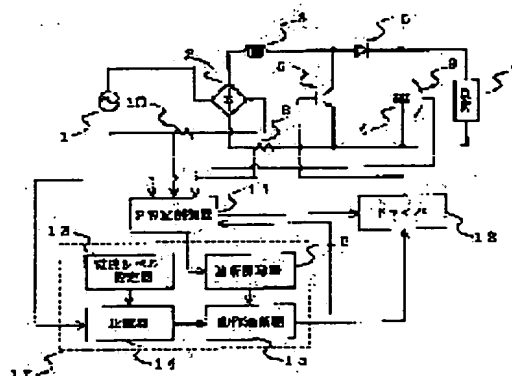
JP

## (54) PROTECTIVE CIRCUIT FOR PWM CONTROLLER

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a protective circuit which can protect the power factor improving circuit of a PWM controller without stopping the operations of the power factor improving circuit, when an overcurrent occurs in the power factor improving circuit.

SOLUTION: A protective circuit is provided with a PWM controller 11 having a switch element 5, a current detector which detects the current flowing to the controller 11, a current level setter 13 which sets the current to first and second current levels, a comparator 14 which compares the set current level values with detected current values, an operation interrupter 15 which interrupts the operation of the switch element 5 within one period of the carrier of the controller 11 when the current value is equal to or higher than the first current level and lower than the second current level, and an interruption canceler 16 which cancels the interrupting operation of the interrupter 15 whenever each cycle of the carrier is started. The interrupter 15 inhibits the interruption cancellation of the interruption canceler 16, when the detected current value is equal to or higher than the second input current level.



---

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]	20.12.2000
[Date of sending the examiner's decision of rejection]	16.09.2003
[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]	
[Date of final disposal for application]	
[Patent number]	3513643
[Date of registration]	23.01.2004
[Number of appeal against examiner's decision of rejection]	2003-20196
[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]	16.10.2003
[Date of extinction of right]	

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-113251

(43) 公開日 平成11年(1999) 4月23日

(51) Int.Cl.<sup>8</sup>

識別記号

F I

H 0 2 M 3/155

H 0 2 M 3/155

C

H 0 1 F 37/00

H 0 1 F 37/00

P

H 0 2 H 7/12

H 0 2 H 7/12

M

A

H

審査請求 未請求 請求項の数40 O L (全 47 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平10-67978

(22) 出願日 平成10年(1998) 3月18日

(31) 優先権主張番号 特願平9-67032

(32) 優先日 平9(1997) 3月19日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(31) 優先権主張番号 特願平9-211830

(32) 優先日 平9(1997) 8月6日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72) 発明者 篠本 洋介

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三

菱電機株式会社内

(72) 発明者 川口 仁

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三

菱電機株式会社内

(72) 発明者 川久保 守

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三

菱電機株式会社内

(74) 代理人 弁理士 佐々木 宗治 (外3名)

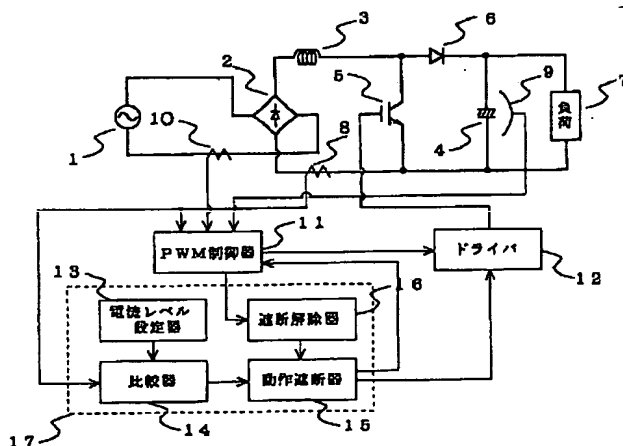
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 PWM制御装置の保護回路

(57) 【要約】

【課題】 PWM制御装置の力率改善回路に過電流が発生したときに、動作を停止することなく力率改善回路を保護する保護回路を得る。

【解決手段】 スイッチ素子5を有するPWM制御装置と、PWM制御装置に流れる電流を検出する電流検出器8と、電流を第1及び第2の電流レベルに設定する電流レベル設定器13と、電流レベル設定値と検出された電流値とを比較する比較器14と、電流値が第1の電流レベル以上で、第2の電流レベル未満のときに、PWM制御器11のキャリアの1周期内でスイッチ素子5の動作を停止させる動作遮断器15と、キャリアの各周期を開始するとき毎に、動作遮断器15の遮断を解除する遮断解除器16とを備え、動作遮断器15は、検出された電流値が前記第2の入力電流レベル以上のときに、遮断解除器16の遮断解除を禁止する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 PWM制御器からの動作信号に基づいて動作する1個のスイッチ素子を有するPWM制御装置の保護回路において、

前記PWM制御装置に流れる電流を検出する電流検出器と、

一定の電流レベルに設定する電流レベル設定器と、

この電流レベル設定器により設定された一定の電流レベルと前記電流検出器により検出された電流値とを比較する比較器と、

前記検出された電流値が前記一定の電流レベル以上のときに、前記PWM制御器のキャリアの1周期内で前記スイッチ素子の動作を停止させる動作遮断器と、

前記キャリアの各周期を開始するとき毎に、前記動作遮断器の遮断を解除する遮断解除器とを備えたことを特徴とするPWM制御装置の保護回路。

【請求項2】 PWM制御器からの動作信号に基づいて動作する1個のスイッチ素子を有するPWM制御装置の保護回路において、

前記PWM制御装置に流れる電流を検出する電流検出器と、

第1の電流レベルと第2の電流レベルとに設定する電流レベル設定器と、

この電流レベル設定器により設定された前記第1、第2の電流レベルと前記電流検出器により検出された電流値とを比較する比較器と、

前記検出された電流値が前記第1の電流レベル以上で、前記第2の電流レベル未満のときに、前記PWM制御器のキャリアの1周期内で前記スイッチ素子の動作を停止させる動作遮断器と、

前記キャリアの各周期を開始するとき毎に、前記動作遮断器の遮断を解除する遮断解除器とを備え、

前記動作遮断器は、前記比較器の出力が、前記検出された電流値が前記第2の入力電流レベル以上のときに、前記遮断解除器の遮断解除を禁止することを特徴とするPWM制御装置の保護回路。

【請求項3】 動作遮断器において一定の電流レベル以上のときに、スイッチ素子の動作を停止させる遮断信号が、あらかじめ定めた期間、連続して出力されたときに、PWM制御器の制御ゲインを下げる信号を前記PWM制御器に出力する制御ゲイン調整器を備え、スイッチ素子の遮断回数を減らすことを特徴とする請求項1または請求項2記載のPWM制御装置の保護回路。

【請求項4】 動作遮断器において第1の電流レベル以上で、前記第2の電流レベル未満のときに、前記スイッチ素子の動作を停止させる遮断信号が、あらかじめ定めた期間、連続して出力されたときに、PWM制御器の制御ゲインを下げる信号を前記PWM制御器に出力する制御ゲイン調整器を備え、スイッチ素子の遮断回数を減らすことを特徴とする請求項1または請求項2記載のP

WM制御装置の保護回路。

【請求項5】 PWM制御器からの動作信号に基づいて動作するスイッチ素子を有するPWM制御装置の保護回路において、

前記PWM制御装置に流れる電流を検出する電流検出器と、

一定の電流レベルに設定する電流レベル設定器と、

この電流レベル設定器の設定値と前記電流検出器により検出された電流値とを比較する比較器と、

10 前記検出された電流値が前記一定の電流レベル以上のときに、PWM制御器の制御ゲインを下げる制御ゲイン調整器とを備えたことを特徴とするPWM制御装置の保護回路。

【請求項6】 PWM制御器からの動作信号に基づいて動作するスイッチ素子を有するPWM制御装置の保護回路において、

前記PWM制御装置に流れる電流を検出する電流検出器と、

第1の電流レベルと第2の電流レベルとに設定する電流レベル設定器と、

この電流レベル設定器により設定された前記第1、第2の電流レベルと前記電流検出器により検出された電流値とを比較する比較器と、

前記検出された電流値が前記第1の電流レベル以上で、前記第2の電流レベル未満のときに、PWM制御器の制御ゲインを下げる制御ゲイン調整器と、

前記比較器の出力が、前記検出された電流値が前記第2の電流レベル以上のときに、スイッチ素子の動作を停止させる動作遮断器と、

30 前記PWM制御器からの動作信号が出力されていない場合に、前記動作遮断器の遮断を解除する遮断解除器とを備えたことを特徴とするPWM制御装置の保護回路。

【請求項7】 PWM制御器からの動作信号に基づいて動作するスイッチ素子を有するPWM制御装置の保護回路において、

前記PWM制御装置に流れる電流を検出する電流検出器と、

一定の電流レベルに設定する電流レベル設定器と、

この電流レベル設定器により設定された前記一定の電流レベルと前記電流検出器により検出された電流値とを比較する比較器と、

前記PWM制御装置の電源電圧の正弦波のピーク近傍のあらかじめ定められた期間において、前記検出された電流値が前記一定以上のときにPWM制御ゲインを下げる制御ゲイン調整器とを備えたことを特徴とするPWM制御装置の保護回路。

【請求項8】 PWM制御器からの動作信号に基づいて動作するスイッチ素子を有するPWM制御装置の保護回路において、

前記PWM制御装置に流れる電流を検出する電流検出器

と、

第1の電流レベルと第2の電流レベルとに設定する電流レベル設定器と、

この電流レベル設定器により設定された前記第1、第2の電流レベルと前記電流検出器により検出された電流値とを比較する比較器と、

前記PWM制御装置の電源電圧の正弦波のピーク近傍のあらかじめ定められた期間において、前記検出された電流値が前記第1の電流レベル以上で、前記第2の電流レベル未満のときにPWM制御器の制御ゲインを下げる制御ゲイン調整器と、

前記比較器の出力が、前記検出された電流値が前記第2の入力電流レベル以上のときに、スイッチ素子の動作を停止させる動作遮断器と、

前記動作遮断器の遮断を解除する遮断解除器とを備えたことを特徴とするPWM制御装置の保護回路。

【請求項9】 PWM制御器は、スイッチ素子をPWM制御するPI制御部を備え、制御ゲイン調整器はPI制御部のPゲインまたはIゲインの少なくとも一方を低下させる信号を出力することを特徴とする請求項3乃至8のいずれかに記載のPWM制御装置の保護回路。

【請求項10】 PWM制御器は、スイッチ素子をPWM制御するPWM出力値を出力する電圧PI制御部と電流PI制御部とを備え、制御ゲイン調整器は電圧PI制御部または電流PI制御部の少なくとも一方を低下させる信号を出力することを特徴とする請求項3乃至8のいずれかに記載のPWM制御装置の保護回路。

【請求項11】 PWM制御器からの動作信号に基づいて動作するスイッチ素子を有するPWM制御装置の保護回路において、

前記PWM制御装置に流れる電流を検出する電流検出器と、

一定の電流レベルに設定する電流レベル設定器と、

この電流レベル設定器により設定された前記一定の電流レベルと前記電流検出器により検出された電流値とを比較する比較器と、

前記検出された電流値が前記一定の電流レベル以上のときに、PWM制御器の指令電流値または指令電圧値を下げるように補正値を加える補正器とを備えたことを特徴とするPWM制御装置の保護回路。

【請求項12】 PWM制御器からの動作信号に基づいて動作するスイッチ素子を有するPWM制御装置の保護回路において、

前記PWM制御装置に流れる電流を検出する電流検出器と、

第1の電流レベルと第2の電流レベルとに設定する電流レベル設定器と、

この電流レベル設定器により設定された前記第1、第2の電流レベルと前記電流検出器により検出された電流値とを比較する比較器と、

前記検出された電流値が前記第1の電流レベル以上で、前記第2の電流レベル未満のときに、PWM制御器の指令電流値または指令電圧値を下げるように補正値を加える補正器と、

前記比較器の出力が、前記検出された電流値が前記第2の入力電流レベル以上のときに、スイッチ素子の動作を停止させる動作遮断器と、

前記PWM制御器からの動作信号が出力されていない場合に、前記動作遮断器の遮断を解除する遮断解除器とを備えたことを特徴とするPWM制御装置の保護回路。

【請求項13】 PWM制御器からの動作信号に基づいて動作する1個のスイッチ素子を有するPWM制御装置の保護回路において、

前記PWM制御装置から出力される電圧を検出する電圧検出器と、

一定の電圧レベルに設定する電圧レベル設定器と、

この電圧レベル設定器により設定された一定の電圧レベルと前記電圧検出器により検出された電圧値とを比較する比較器と、

前記検出された電圧値が前記一定の電圧レベル以上のときに、前記PWM制御器のキャリアの1周期内で前記スイッチ素子の動作を停止させる動作遮断器と、

前記キャリアの各周期を開始するとき毎に、前記動作遮断器の遮断を解除する遮断解除器とを備えたことを特徴とするPWM制御装置の保護回路。

【請求項14】 PWM制御器からの動作信号に基づいて動作する1個のスイッチ素子を有するPWM制御装置の保護回路において、

前記PWM制御装置から出力される電圧を検出する電圧検出器と、

第1の電圧レベルと第2の電圧レベルとに設定する電圧レベル設定器と、

この電圧レベル設定器により設定された前記第1、第2の電圧レベルと前記電圧検出器により検出された電圧値とを比較する比較器と、

前記検出された電圧値が前記第1の電圧レベル以上で、前記第2の電圧レベル未満のときに、前記PWM制御器のキャリアの1周期内で前記スイッチ素子の動作を停止させる動作遮断器と、

40 前記キャリアの各周期を開始するとき毎に、前記動作遮断器の遮断を解除する遮断解除器とを備え、

前記動作遮断器は、前記比較器の出力が、前記検出された電圧値が前記第2の入力電圧レベル以上のときに、前記遮断解除器の遮断解除を禁止することを特徴とするPWM制御装置の保護回路。

【請求項15】 PWM制御器からの動作信号に基づいて動作するスイッチ素子を有するPWM制御装置の保護回路において、

前記PWM制御装置から出力される電圧を検出する電圧検出器と、

一定の電圧レベルに設定する電圧レベル設定器と、  
この電圧レベル設定器の設定値と前記電圧検出器により  
検出された電圧値とを比較する比較器と、  
前記検出された電圧値が前記一定の電圧レベル以上のと  
きに、PWM制御器の制御ゲインを下げる制御ゲイン調  
整器とを備えたことを特徴とするPWM制御装置の保護  
回路。

【請求項16】 PWM制御器からの動作信号に基づい  
て動作するスイッチ素子を有するPWM制御装置の保護  
回路において、

前記PWM制御装置から出力される電圧を検出する電圧  
検出器と、

第1の電圧レベルと第2の電圧レベルとに設定する電圧  
レベル設定器と、

この電圧レベル設定器により設定された前記第1、第2  
の電圧レベルと前記電圧検出器により検出された電圧値  
とを比較する比較器と、

前記検出された電圧値が前記第1の電圧レベル以上で、  
前記第2の電圧レベル未満のときに、PWM制御器の制  
御ゲインを下げる制御ゲイン調整器と、

前記比較器の出力が、前記検出された電圧値が前記第2  
の電圧レベル以上のときに、スイッチ素子の動作を停止  
させる動作遮断器と、

前記PWM制御器からの動作信号が出力されていない場  
合に、前記動作遮断器の遮断を解除する遮断解除器とを  
備えたことを特徴とするPWM制御装置の保護回路。

【請求項17】 PWM制御器からの動作信号に基づい  
て動作するスイッチ素子を有するPWM制御装置の保護  
回路において、

前記PWM制御装置に流れる電圧を検出する電圧検出器  
と、

一定の電圧レベルを設定する電圧レベル設定器と、  
この電圧レベル設定器により設定された前記一定の電圧  
レベルと前記電圧検出器により検出された電圧値とを比  
較する比較器と、

前記検出された電圧値が前記一定の電圧レベル以上のと  
きに、PWM制御器の指令電圧値または指令電圧値を下  
げるように補正値を加える補正器とを備えたことを特徴  
とするPWM制御装置の保護回路。

【請求項18】 PWM制御器からの動作信号に基づい  
て動作するスイッチ素子を有するPWM制御装置の保護  
回路において、

前記PWM制御装置に流れる電圧を検出する電圧検出器  
と、

第1の電圧レベルと第2の電圧レベルとに設定する電圧  
レベル設定器と、

この電圧レベル設定器により設定された前記第1、第2  
の電圧レベルと前記電圧検出器により検出された電圧値  
とを比較する比較器と、

前記検出された電圧値が前記第1の電圧レベル以上で、

前記第2の電圧レベル未満のときに、PWM制御器の指  
令電圧値または指令電圧値を下げるように補正値を加え  
る補正器と、

前記比較器の出力が、前記検出された電圧値が前記第2  
の電圧レベル以上のときに、スイッチ素子の動作を停  
止させる動作遮断器と、

前記PWM制御器からの動作信号が出力されていない場  
合に、前記動作遮断器の遮断を解除する遮断解除器とを  
備えたことを特徴とするPWM制御装置の保護回路。

10 【請求項19】 動作遮断器において一定の電圧レベル  
以上のときに、前記スイッチ素子の動作を停止させる遮  
断信号が、あらかじめ定められた期間、連続して出力さ  
れたときに、PWM制御器の制御ゲインを下げる信号を  
前記PWM制御器に出力する制御ゲイン調整器を備え、  
スイッチ素子の遮断回数を減らすことを特徴とする請求  
項13、14、16または18に記載のPWM制御装置  
の保護回路。

20 【請求項20】 動作遮断器において第1の電圧レベル  
以上で第2の電圧レベル未満のときに、前記スイッチ素  
子の動作を停止させる遮断信号が、あらかじめ定められ  
た期間、連続して出力されたときに、PWM制御器の制  
御ゲインを下げる信号を前記PWM制御器に出力する制  
御ゲイン調整器を備え、  
スイッチ素子の遮断回数を減らすことを特徴とする請求  
項13、14、16または18に記載のPWM制御装置  
の保護回路。

【請求項21】 動作遮断器において一定の電圧レベル  
以上のときに、前記スイッチ素子の動作を停止させる遮  
断信号もしくは制御ゲインを下げる制御ゲイン調節信号  
が、あらかじめ定められた期間、連続して出力されたと  
きに、PWM制御器の指令電圧値もしくは指令電流値  
を下げるように補正値を前記PWM制御器に出力する補  
正器を備え、  
スイッチ素子の遮断回数を減らすことを特徴とする請求  
項13、14、16または18に記載のPWM制御装置  
の保護回路。

【請求項22】 動作遮断器において第1の電圧レベル  
以上で、第2の電圧レベル未満のときに、前記スイッチ  
素子の動作を停止させる遮断信号もしくは制御ゲインを  
下げる制御ゲイン調節信号が、あらかじめ定められた期  
間、連続して出力されたときに、PWM制御器の指令  
電圧値もしくは指令電流値を下げるように補正値を前記  
PWM制御器に出力する補正器を備え、  
スイッチ素子の遮断回数を減らすことを特徴とする請求  
項13、14、16または18に記載のPWM制御装置  
の保護回路。

【請求項23】 PWM制御器は、スイッチ素子をPW  
M制御するPI制御部を備え、制御ゲイン調節器は、P  
I制御部のPゲインまたはIゲインの少なくとも一方を  
低下させる信号を出力することを特徴とする請求項15

乃至請求項22のいずれかに記載のPWM制御装置の保護回路。

【請求項24】 PWM制御器は、スイッチ素子をPWM制御するPWM出力値を出力する電圧PI制御部と電流PI制御部とを備え、制御ゲイン調節器は電圧PI制御部または電流PI制御部の少なくとも一方を低下させる信号を出力することを特徴とする請求項15乃至22のいずれかに記載のPWM制御装置の保護回路。

【請求項25】 比較器の出力に基づいてPWM制御装置に接続された負荷を増加するように負荷へ信号を出力する負荷量調節器とを備えたことを特徴とする請求項13乃至24のいずれかに記載のPWM制御装置の保護回路。

【請求項26】 PWM制御器からの動作信号に基づいて動作する1個のスイッチ素子を有するPWM制御装置の保護回路において、前記PWM制御装置から出力される電圧を検出する電圧検出器と、一定の電圧レベルに設定する電圧レベル設定器と、この電圧レベル設定器により設定された一定の電圧レベルと前記電圧検出器により検出された電圧とを比較する比較器と、前記検出された電圧値が前記一定の電圧レベル以上のときに、PWM制御装置に接続している負荷を増加するように負荷へ信号を出力する負荷量調節器とを備えたことを特徴とするPWM制御装置の保護回路。

【請求項27】 PWM制御器からの動作信号に基づいて動作する1個のスイッチ素子を有するPWM制御装置の保護回路において、前記PWM制御装置から出力される電圧を検出する電圧検出器と、第1の電圧レベルと第2の電圧レベルとに設定する電圧レベル設定器と、この電圧レベル設定器により設定された前記第1、第2の電圧レベルと前記電圧検出器により検出された電圧値とを比較する比較器と、前記検出された電圧値が前記第1の電圧レベル以上で、前記第2の電圧レベル未満のときに、PWM制御装置に接続している負荷を増加するように負荷へ信号を出力する負荷量調節器とを備え、前記比較器の出力が、前記検出された電圧値が第2の電圧レベル以上のときに、前記スイッチ素子の動作を停止させる動作遮断器と、前記動作遮断器の遮断を解除する遮断解除器とを備えたことを特徴とするPWM制御装置の保護回路。

【請求項28】 負荷としてモータ駆動用のインバータと前記インバータを制御するインバータ制御器を備えたPWM制御装置保護回路において、前記インバータ制御器は、前記インバータが前記モータに出力する通電位相角を、負荷量調節器から出力される

信号に基づいて遅らせるようにすることを特徴とする請求項27記載のPWM制御装置の保護回路。

【請求項29】 負荷としてモータ駆動用のインバータと前記インバータを制御するインバータ制御器を備えたPWM制御装置保護回路において、前記インバータ制御器は、前記インバータが前記モータに出力する回転数を、負荷量調節器から出力される信号に基づいて増加させるようにすることを特徴とする請求項27記載のPWM制御装置の保護回路。

【請求項30】 負荷としてモータ駆動用のインバータと前記インバータを制御するインバータ制御器を備えたPWM制御装置保護回路において、前記インバータ制御器は、前記インバータが前記モータに出力する印加電圧を、負荷量調節器から出力される信号に基づいて増加させるようにすることを特徴とする請求項27記載のPWM制御装置の保護回路。

【請求項31】 PWM制御器からの動作信号に基づいて動作する1個のスイッチ素子とリアクトルを有するPWM制御装置の保護回路において、前記リアクトルは、複数の積層板からなり、断面が矩形形状の一对の横枠コアと、一对の縦枠コアからなる枠状コアと、前記横枠コアと縦枠コアの端部の接続部に各々設けられたギャップと、前記横枠コアまたは縦枠コアの各々に回巻された一对の巻線とを備え、さらに、前記PWM制御装置に流れる電流を検出する電流検出器と、一定の電流レベルに設定する電流レベル設定器と、この電流レベル設定器により設定された一定の電流レベルと前記電流検出器により検出された電流値とを比較する比較器と、前記検出された電流値が前記一定の電流レベル以上のときに、前記PWM制御器の前記スイッチ素子の動作停止を持続する動作遮断器とを備えたことを特徴とするPWM制御装置の保護回路。

【請求項32】 PWM制御器からの動作信号に基づいて動作する1個のスイッチ素子とリアクトルを有するPWM制御装置の保護回路において、前記リアクトルは、複数の積層板からなり、断面が矩形形状の一对の横枠コアと、一对の縦枠コアからなる枠状コアと、前記横枠コアと縦枠コアの端部の接続部に各々設けられたギャップと、前記横枠コアまたは縦枠コアの各々に回巻された一对の巻線とを備え、さらに、前記PWM制御装置に流れる電圧を検出する電圧検出器と、一定の電圧レベルに設定する電圧レベル設定器と、この電圧レベル設定器により設定された一定の電圧レベルと前記電圧検出器により検出された電圧値とを比較する比較器と、前記検出された電圧値が前記一定の電圧レベル以上のときに、前記PWM制御器の前記スイッチ素子の動作停止

10

20

30

40

50

を持続する動作遮断器とを備えたことを特徴とするPWM制御装置の保護回路。

【請求項33】 積層板は、厚さが0.2mm以下の高透磁率である磁性体材料としたことを特徴とする請求項31または請求項32記載のPWM制御装置の保護回路。

【請求項34】 積層板に方向性のある磁性物質を用い、磁束の流れる方向が横枠コアと縦枠コアで直交するように、縦枠コアと横枠コアを配設したことを特徴とする請求項33記載のPWM制御装置の保護回路。

【請求項35】 接続部は、横枠コアと縦枠コアの端部を、各々軸方向に対して互いに補角をなす面としたことを特徴とする請求項31乃至請求項34のいずれかに記載のPWM制御装置の保護回路。

【請求項36】 接続部は、横枠コアの端部の軸方向に対して平行な側面と、縦枠コアの端部の軸方向に対して直角な端面としたことを特徴とする請求項31乃至請求項34のいずれかに記載のPWM制御装置の保護回路。

【請求項37】 横枠コアの長さを $a$ 、横枠コアの接合面の直交方向の厚さを $b$ としたときに、縦枠コアの長さを $a-2b$ としたことを特徴とする請求項36記載のPWM制御装置の保護回路。

【請求項38】 横枠コアと縦枠コアを同一長さとしたことを特徴とする請求項35又は請求項36記載のPWM制御装置の保護回路。

【請求項39】 一对の巻線を並列巻きとしたことを特徴とする請求項31乃至請求項38のいずれかに記載のPWM制御装置の保護回路。

【請求項40】 一对の巻線を直列巻きとしたことを特徴とする請求項31乃至請求項38のいずれかに記載のPWM制御装置の保護回路。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、PWM制御装置にて過電流が発生した場合に、PWM制御装置の動作を停止することなく、過電流からPWM制御装置を保護する保護回路に関するものである。特に、昇圧を行い、負荷への電力供給を効率的に行う電源回路の保護回路に関するものである。

【0002】

【従来の技術】図40は、例えば特開平8-103080号公報に示された従来のスイッチング電源の電源回路のブロック図であり、図41は図40に示す電源回路に付加して過電流を防止する過電流保護回路のブロック図である。図40において、1は交流電源、2は全波整流器、3はインダクタンス素子、4及び30は平滑用コンデンサ、5及び31はスイッチ素子、32はスイッチ素子5及び31を駆動する駆動回路、33は駆動回路32に駆動信号を与えるPWM制御用IC、6は平滑コンデンサ4からの逆流を防止するためのダイオード、39は

トランス、9は直流電圧を検出する電圧検出器である。

【0003】図41において、34はスイッチ素子31のソースとコンデンサ4の負端子との間に接続された抵抗、36および38は抵抗34での検出電圧を分圧する抵抗、45はサージ電圧を除去するコンデンサ、35はスイッチ素子5のソースとコンデンサ4の負端子との間に接続された抵抗、37および38は抵抗35での検出電圧を分圧する抵抗、42はオア回路として挿入されたダイオードである。

10 【0004】次に動作について説明する。まず、図40の電源回路においては、駆動回路32は、PWM制御用IC33から制御信号が入力されると、まずスイッチ素子31がオンし、T1時間だけ遅れてスイッチ素子5がオンする。次に、PWM制御用IC33からの信号がなくなると、スイッチ素子5がまずオフし、T2時間だけ遅れてスイッチ素子31がオフする。このように2個のスイッチ素子31、5をオンオフさせて、入力電流の力率を改善する。

20 【0005】次に、図40に示した電源回路に付加して過電流を防ぐ図41の保護回路では、スイッチ素子31に流れる電流は、抵抗34を流れて整流器2を介して、交流電源1に流れる。抵抗34に電流が流れると抵抗34にて電圧が発生し、抵抗36と抵抗38にて分圧された電圧値がPWM制御用IC33の電流検出端子へ入力される。同様にスイッチ素子5に流れる電流は、抵抗35にて検出され、抵抗37及び抵抗38にて分圧され、分圧された電圧値がPWM制御用IC33の電流検出端子へ入力される。この分圧された電圧値が、一定値以上の時、スイッチ素子31及びスイッチ素子5をオフして過電流から保護する。

30 【0006】また、図41は、例えば、特開昭54-101148号公報に示された一般的によく知られている単相電源の一石式昇圧方式の力率改善回路である。図41において、2は整流器、3はリアクトル、4は平滑コンデンサ、5はスイッチ素子、6は逆流防止用ダイオード、7は負荷である。また、図41における力率改善回路は、図43に示されるような制御ブロック図を持つ。図43は図19の力率改善回路を制御する制御装置である。図において、47は平滑回路、48は調節器、49は掛け算器、50はヒステリシスコンパレータである。

40 【0007】図41、図43に示す力率改善回路及び制御装置の動作について説明する。図43において、平滑回路47の出力電圧および平滑コンデンサ4に生じる目標電圧 $U_{1soll}$ は調節器48に導かれ、調節器31は目標値と実際値との差に応じて調節器出力直流電圧 $V$ を生じる。調節器出力電圧 $V$ は、掛け算器49内で、平滑されていない整流された系統電圧 $|UN|$ と掛け算される。掛け算器49の出力信号 $|UN| \cdot V$ は、ヒステリシスコンパレータ50内で、整流器2の出力電流 $i_l$ を模擬する実際値と比較され、その比較結果に応じてスイ



ツチ素子5を制御する。

【0008】図41ににおいて、スイッチ素子5が全く動作しない場合の入力電圧と入力電流の関係は、図44に示すような波形図となる。図44(a)は入力電流波形図、図44(b)は入力電圧波形図である。平滑コンデンサ4によって平滑にされた直流電圧と交流電源1によって印加される交流の入力電圧とを比較した場合に、入力電圧の方が直流母線電圧よりも高い時だけ、電流が交流電源1から流れる。そのため、図44(b)に示されるような入力電流が流れるが、この電流には多量の高調波成分が含まれており、力率も悪い状況になる。

【0009】そこで、図41に示すようなスイッチ素子5をオン動作させると、スイッチ素子5のオン中は、交流電源1から全波整流器2、リアクトル3を通り、スイッチ素子5を経て、全波整流器2を通して、交流電源1に流れるような電流の経路ができる。スイッチ素子5がオンした後、スイッチ素子5をオフさせても、リアクトル3に貯えられたエネルギーにより、入力電流が流れ続ける。スイッチ素子5のオフ時に、リアクトル3に貯えられたエネルギーによって、入力電流は流れるが、入力電流が流れるとリアクトル3に貯えられたエネルギーが減少し、それと共に、入力電流も減少する。この性質を利用して、スイッチ素子5の動作を制御して、入力電流を正弦波状にすることが可能である。また、電源電圧の位相を位相検出器10にて検出することによって、電源電圧と同位相の入力電流を流すことができ、図45

(a)に示す入力電圧に対し図45(b)に示す入力電流波形図のような入力電流が流れるように制御することが可能となる。

【0010】ここで、スイッチ素子5を動作させて、入力電流を正弦波状に制御することが可能であるが、正弦波の振幅値を変化させることによって、直流電圧も制御できる。それは、リアクトル3に貯えられるエネルギーが変化し、リアクトル3に貯えられているエネルギー量に応じた電圧がリアクトル3の両端に発生する。そのため、交流電源1の電圧とリアクトル3の両端電圧の加算値が平滑コンデンサに充電されるので、交流電源1の入力電圧の $2^{1/2}$ 倍よりも高い直流電圧を出力することができるのである。このように入力電流を制御して力率を改善させ、かつ、直流電圧を可変に上昇させることが可能になる。

【0011】このように、一石式昇圧方式の力率改善回路は、昇圧動作することによって、力率を改善しており、過電圧が発生した場合、スイッチ素子5を停止して過電圧から力率改善回路を保護している。

【0012】また、図47は、例えば、特開平9-153416号公報に示されたギャップ付鉄心形リアクトルである。図47において、81は鉄心脚、72はギャップ、73は巻線、82、83はヨーク鉄心である。図47に示すリアクトルの枠状コア形状は四角形の中央部に

巻線用の鉄心脚81を設け、巻線用の鉄心脚81に数ヶ所ギャップを設けるような構成になっている。ギャップはリアクトルの直流重量特性を向上させ、良好な直流重量特性を得ることによって突発的な過電流を抑制することができる。

【0013】図47においてヨーク鉄心82、83は中央に配置された巻線73から発生する磁路になっているが、リアクトルの機能は中央の鉄心脚81に依存しており、ヨーク鉄心82、83は、鉄心脚81の外形寸法にて決定される。また鉄心脚81はギャップ72を持っているがそのギャップ72は巻線73に覆われてしまい、ギャップの管理は締め付け強度のみの管理となる。

【0014】

【発明が解決しようとする課題】特開平8-103080号公報で示された技術は、トランス39の1次側にある2個のスイッチ素子にて、直流電圧を安定化し、過電流から回路を保護するもので、昇圧動作をしているスイッチ素子5を停止させる前に、スイッチ素子31を停止させ、過電流から回路を保護するものである。

【0015】特開平8-103080号公報で示されている技術は、スイッチング電源のような出力電力の小さな用途に対しては、非常に有効である。しかし、例えば、空調機のような大電力を必要とする電源に対しては、通常状態でもスイッチ素子に流れる電流が大きくなり、それとともに、スイッチ素子の価格が高くなり、コストアップにつながる。また、スイッチ素子での損失も大きくなり、発熱等大きな課題となり得るため、スイッチ素子を2個にすることが難しい。

【0016】特開昭54-101148号公報に示された技術は、交流電源1の入力電圧の $2^{1/2}$ 倍よりも高い直流電圧を出力する方式であるため、過電流による保護により昇圧動作をしているスイッチ素子の動作が停止してしまうと出力する直流電圧が入力電圧の $2^{1/2}$ 倍に低下してしまい、負荷の誤動作などにつながる。例えば、電子制御をしているインバータなどが負荷であった場合、インバータは、インバータに接続している負荷に対し一定となる電力を供給するように動作するため、電源回路が停止すると、直流電圧が低下し、その結果、出力電流を増加させ、交流電源1からよりいっそうの電流が整流器2を介して電源回路に流れることになる。

【0017】また、インバータは通常、印加される直流電圧よりも高い電圧は出力できない。インバータに接続されている負荷の多くがモータ負荷であり、モータは印加される電圧値と周波数に応じた回転数で回転し、トルクを発生する。ここでモータ負荷が必要としている電圧値よりもPWM制御装置から出力される直流電圧が低くなると、モータは必要とする回転数に到達しなくなる。そのため、インバータは不具合と検出してしまい、動作を停止してしまう。PWM制御装置に接続している負荷がインバータで、インバータが停止した場合、PWM制御

装置を動作させるとPWM制御装置の故障だけではなく、インバータも故障の要因となりうる。したがって、インバータには直流電圧に応じて出力可能なモータ回転数を認識できるようにする必要があり、インバータの制御系が非常に複雑になる。また、リアクトル3が飽和しにくくなるように、直流重量特性を向上させ、突発的な過電流からPWM制御装置を保護する必要がある。

【0018】また、図42に示すような一石式の昇圧方式の力率改善回路におけるリアクトル3は、スイッチ素子5がオン動作している時に、エネルギーを貯え、スイッチ素子5がオフしている間に平滑コンデンサ4へエネルギーを供給することによって直流電圧を上昇させ、かつ、入力電流を平滑化し力率を向上させる役目を持っているので、非常に重要な部品であるといえる。

【0019】この方式に使用されるリアクトル3が飽和した場合、リアクトルとして機能しなくなり、抵抗と同等な負荷となってしまう。また、リアクトル3は電流が多く流れると飽和しやすくなり、このリアクトル3の飽和している時に、スイッチ素子5がオンすると、抵抗と化したリアクトル3で、電源短絡している状態と同じなので、急峻で大きな電流が回路上を流れる。リアクトル3が飽和状態から脱すると、通常動作と変わらない動作へ戻る。

【0020】特開平9-153416号公報に示された技術は、リアクトルにギャップ72を持たせ、良好な直流重量特性を得るものであるが、図47に示すようなギャップ付鉄心形リアクトルは、巻線を施す鉄心脚81にギャップ72を設けるため、ギャップ72が巻線73によって隠されるためギャップ72の管理が締め付け管理のみとなり、リアクトルとしての性能のばらつきが大きくなる。

【0021】また、中央の鉄心脚81のみの巻線であり、その外側にヨーク鉄心82、83があるため、全体の外形寸法が大きくなってしまふ。また、さらに、中央の鉄心脚81にて発生した磁束は外側のヨーク鉄心を通過する際に、鉄心脚81とヨーク鉄心82との接続点において両方に分岐してしまい、ヨーク鉄心82、83を有効に利用しきれない。

【0022】また、さらに、鉄心脚81のみに巻線を施すことから巻線内部での発熱量は非常に高くなり、発熱によるリアクトル性能も悪化してしまう。

【0023】また、図48に示すようなU字形のコア76を2組を組み合わせる従来よく使用されるリアクトルにて、直流重量特性が良好なリアクトルを得ようとする、リアクトルとしての全ギャップ量を大きくする必要があるが、ギャップ73を2ヶしか取ることができず1ヶあたりのギャップが大きくなって、ギャップ管理が難しくなる。さらに、締め付け固定の関係上、ギャップ73は巻線に隠されてしまい、ギャップ管理がより悪化してしまうという問題がある。

【0024】この発明は、上記のような問題点を解決するためになされたもので、過電流が発生した場合にも、PWM制御装置の電源回路の昇圧を行い、また、リアクトルの直流重量特性等を向上させ、電力供給を効率的に行う電源回路の動作を停止することなく、スイッチ素子1個にて構成され、過電流からPWM制御装置の力率改善回路を保護することができる保護回路を得るとともに、信頼性の高い力率改善回路を提供することを目的とする。(特に、リアクトルについては、小型で、直流重量特性を良好にするため、全ギャップ量を大きくし、さらに、1ヶあたりのギャップ量が小さくなることで、リアクトルのばらつきを低減させることを目的とする。)

【0025】

【課題を解決するための手段】この発明に係わるのPWM制御装置の保護回路は、PWM制御器からの動作信号に基づいて動作する1個のスイッチ素子を有するPWM制御装置の保護回路において、前記PWM制御装置に流れる電流を検出する電流検出器と、一定の電流レベルに設定する電流レベル設定器と、この電流レベル設定器により設定された一定の電流レベルと前記電流検出器により検出された電流値とを比較する比較器と、前記検出された電流値が前記一定の電流レベル以上のときに、前記PWM制御器のキャリアの1周期内で前記スイッチ素子の動作を停止させる動作遮断器と、前記キャリアの各周期を開始するとき毎に、前記動作遮断器の遮断を解除する遮断解除器とを備える。

【0026】また、PWM制御器からの動作信号に基づいて動作する1個のスイッチ素子を有するPWM制御装置の保護回路において、前記PWM制御装置に流れる電流を検出する電流検出器と、第1の電流レベルと第2の電流レベルとに設定する電流レベル設定器と、この電流レベル設定器により設定された前記第1、第2の電流レベルと前記電流検出器により検出された電流値とを比較する比較器と、前記検出された電流値が前記第1の電流レベル以上で、前記第2の電流レベル未満のときに、前記PWM制御器のキャリアの1周期内で前記スイッチ素子の動作を停止させる動作遮断器と、前記キャリアの各周期を開始するとき毎に、前記動作遮断器の遮断を解除する遮断解除器とを備え、前記動作遮断器は、前記比較器の出力が、前記検出された電流値が前記第2の入力電流レベル以上のときに、前記遮断解除器の遮断解除を禁止するものである。

【0027】さらに、動作遮断器において一定の電流レベル以上のときに、スイッチ素子の動作を停止させる遮断信号が、あらかじめ定めた期間、連続して出力されるときに、PWM制御器の制御ゲインを下げる信号を前記PWM制御器に出力する制御ゲイン調整器を備え、スイッチ素子の遮断回数を減らすものである。

【0028】また、動作遮断器において第1の電流レベル以上で、前記第2の電流レベル未満のときに、前記ス

スイッチ素子の動作を停止させる遮断信号が、あらかじめ定めた期間、連続して出力されるときに、PWM制御器の制御ゲインを下げる信号を前記PWM制御器に出力する制御ゲイン調整器を備え、スイッチ素子の遮断回数を減らすものである。

【0029】さらにまた、PWM制御器からの動作信号に基づいて動作する1個のスイッチ素子を有するPWM制御装置の保護回路において、前記PWM制御装置に流れる電流を検出する電流検出器と、一定の電流レベルに設定する電流レベル設定器と、この電流レベル設定器の

設定値と前記電流検出器により検出された電流値とを比較する比較器と、前記検出された電流値が前記一定の電流レベル以上のときに、PWM制御器の制御ゲインを下げる制御ゲイン調整器とを備える。

【0030】また、PWM制御器からの動作信号に基づいて動作する1個のスイッチ素子を有するPWM制御装置の保護回路において、前記PWM制御装置に流れる電流を検出する電流検出器と、第1の電流レベルと第2の電流レベルとに設定する電流レベル設定器と、この電流レベル設定器により設定された前記第1、第2の電流レ

ベルと前記電流検出器により検出された電流値とを比較する比較器と、前記検出された電流値が前記第1の電流レベル以上で、前記第2の電流レベル未満のときに、PWM制御器の制御ゲインを下げる制御ゲイン調整器と、前記比較器の出力が、前記検出された電流値が前記第2の電流レベル以上のときに、スイッチ素子の動作を停止させる動作遮断器と、前記PWM制御器からの動作信号が出力されていない場合に、前記動作遮断器の遮断を解除する遮断解除器とを備える。

【0031】さらに、PWM制御器からの動作信号に基づいて動作する1個のスイッチ素子を有するPWM制御装置の保護回路において、前記PWM制御装置に流れる電流を検出する電流検出器と、一定の電流レベルに設定する電流レベル設定器と、この電流レベル設定器により設定された前記一定の電流レベルと前記電流検出器により検出された電流値とを比較する比較器と、前記PWM制御装置の電源電圧の正弦波のピーク近傍のあらかじめ定められた期間において、前記検出された電流値が前記一定以上のときにPWM制御ゲインを下げる制御ゲイン調整器とを備える。

【0032】また、PWM制御器からの動作信号に基づいて動作する1個のスイッチ素子を有するPWM制御装置の保護回路において、前記PWM制御装置に流れる電流を検出する電流検出器と、第1の電流レベルと第2の電流レベルとに設定する電流レベル設定器と、この電流レベル設定器により設定された前記第1、第2の電流レベルと前記電流検出器により検出された電流値とを比較する比較器と、前記PWM制御装置の電源電圧の正弦波のピーク近傍のあらかじめ定められた期間において、前記検出された電流値が前記第1の電流レベル以上で、前

記第2の電流レベル未満のときにPWM制御器の制御ゲインを下げる制御ゲイン調整器と、前記比較器の出力が、前記検出された電流値が前記第2の入力電流レベル以上のときに、スイッチ素子の動作を停止させる動作遮断器と、前記動作遮断器の遮断を解除する遮断解除器とを備える。

【0033】さらにまた、PWM制御器は、スイッチ素子をPWM制御するPI制御部を備え、制御ゲイン調整器はPI制御部のPゲインまたはIゲインの少なくとも一方を低下させる信号を出力するものである。

【0034】また、PWM制御器は、スイッチ素子をPWM制御するPWM出力値を出力する電圧PI制御部と電流PI制御部とを備え、制御ゲイン調整器は電圧PI制御部または電流PI制御部の少なくとも一方を低下させる信号を出力するものである。

【0035】さらに、PWM制御器からの動作信号に基づいて動作する1個のスイッチ素子を有するPWM制御装置の保護回路において、前記PWM制御装置に流れる電流を検出する電流検出器と、一定の電流レベルに設定する電流レベル設定器と、この電流レベル設定器により設定された前記一定の電流レベルと前記電流検出器により検出された電流値とを比較する比較器と、前記検出された電流値が前記一定の電流レベル以上のときに、PWM制御器の指令電流値または指令電圧値を下げるように補正値を加える補正器とを備える。

【0036】また、PWM制御器からの動作信号に基づいて動作する1個のスイッチ素子を有するPWM制御装置の保護回路において、前記PWM制御装置に流れる電流を検出する電流検出器と、第1の電流レベルと第2の電流レベルとに設定する電流レベル設定器と、この電流レベル設定器により設定された前記第1、第2の電流レベルと前記電流検出器により検出された電流値とを比較する比較器と、前記検出された電流値が前記第1の電流レベル以上で、前記第2の電流レベル未満のときに、PWM制御器の指令電流値または指令電圧値を下げるように補正値を加える補正器と、前記比較器の出力が、前記検出された電流値が前記第2の入力電流レベル以上のときに、スイッチ素子の動作を停止させる動作遮断器と、前記PWM制御器からの動作信号が出力されていない場合に、前記動作遮断器の遮断を解除する遮断解除器とを備える。

【0037】さらにまた、PWM制御器からの動作信号に基づいて動作する1個のスイッチ素子を有するPWM制御装置の保護回路において、前記PWM制御装置から出力される電圧を検出する電圧検出器と、一定の電圧レベルに設定する電圧レベル設定器と、この電圧レベル設定器により設定された一定の電圧レベルと前記電圧検出器により検出された電圧値とを比較する比較器と、前記検出された電圧値が前記一定の電圧レベル以上のときに、前記PWM制御器のキャリアの1周期内で前記スイ

ツチ素子の動作を停止させる動作遮断器と、前記キャリアの各周期を開始するとき毎に、前記動作遮断器の遮断を解除する遮断解除器とを備える。

【0038】また、PWM制御器からの動作信号に基づいて動作する1個のスイッチ素子を有するPWM制御装置の保護回路において、前記PWM制御装置から出力される電圧を検出する電圧検出器と、第1の電圧レベルと第2の電圧レベルとに設定する電圧レベル設定器と、この電圧レベル設定器により設定された前記第1、第2の電圧レベルと前記電圧検出器により検出された電圧値とを比較する比較器と、前記検出された電圧値が前記第1の電圧レベル以上で、前記第2の電圧レベル未満のときに、前記PWM制御器のキャリアの1周期内で前記スイッチ素子の動作を停止させる動作遮断器と、前記キャリアの各周期を開始するとき毎に、前記動作遮断器の遮断を解除する遮断解除器とを備え、前記動作遮断器は、前記比較器の出力が、前記検出された電圧値が前記第2の入力電圧レベル以上のときに、前記遮断解除器の遮断解除を禁止するものである。

【0039】さらに、PWM制御器からの動作信号に基づいて動作する1個のスイッチ素子を有するPWM制御装置の保護回路において、前記PWM制御装置から出力される電圧を検出する電圧検出器と、一定の電圧レベルに設定する電圧レベル設定器と、この電圧レベル設定器の設定値と前記電圧検出器により検出された電圧値とを比較する比較器と、前記検出された電圧値が前記一定の電圧レベル以上のときに、PWM制御器の制御ゲインを下げる制御ゲイン調整器とを備える。

【0040】また、PWM制御器からの動作信号に基づいて動作する1個のスイッチ素子を有するPWM制御装置の保護回路において、前記PWM制御装置から出力される電圧を検出する電圧検出器と、第1の電圧レベルと第2の電圧レベルとに設定する電圧レベル設定器と、この電圧レベル設定器により設定された前記第1、第2の電圧レベルと前記電圧検出器により検出された電圧値とを比較する比較器と、前記検出された電圧値が前記第1の電圧レベル以上で、前記第2の電圧レベル未満のときに、PWM制御器の制御ゲインを下げる制御ゲイン調整器と、前記比較器の出力が、前記検出された電圧値が前記第2の電圧レベル以上のときに、スイッチ素子の動作を停止させる動作遮断器と、前記PWM制御器からの動作信号が出力されていない場合に、前記動作遮断器の遮断を解除する遮断解除器とを備える。

【0041】また、PWM制御器からの動作信号に基づいて動作する1個のスイッチ素子を有するPWM制御装置の保護回路において、前記PWM制御装置に流れる電圧を検出する電圧検出器と、一定の電圧レベルを設定する電圧レベル設定器と、この電圧レベル設定器により設定された前記一定の電圧レベルと前記電圧検出器により検出された電圧値とを比較する比較器と、前記検出され

た電圧値が前記一定の電圧レベル以上のときに、PWM制御器の指令電圧値または指令電圧値を下げるように補正値を加える補正器とを備える。

【0042】さらにまた、PWM制御器からの動作信号に基づいて動作する1個のスイッチ素子を有するPWM制御装置の保護回路において、前記PWM制御装置に流れる電圧を検出する電圧検出器と、第1の電圧レベルと第2の電圧レベルとに設定する電圧レベル設定器と、この電圧レベル設定器により設定された前記第1、第2の電圧レベルと前記電圧検出器により検出された電圧値とを比較する比較器と、前記検出された電圧値が前記第1の電圧レベル以上で、前記第2の電圧レベル未満のときに、PWM制御器の指令電圧値または指令電圧値を下げるように補正値を加える補正器と、前記比較器の出力が、前記検出された電圧値が前記第2の入力電圧レベル以上のときに、スイッチ素子の動作を停止させる動作遮断器と、前記PWM制御器からの動作信号が出力されていない場合に、前記動作遮断器の遮断を解除する遮断解除器とを備える。

【0043】また、動作遮断器において一定の電圧レベル以上のときに、前記スイッチ素子の動作を停止させる遮断信号が、あらかじめ定められた期間、連続して出力されたときに、PWM制御器の制御ゲインを下げる信号を前記PWM制御器に出力する制御ゲイン調整器を備え、スイッチ素子の遮断回数を減らすものである。

【0044】さらに、動作遮断器において第1の電圧レベル以上で第2の電圧レベル未満のときに、前記スイッチ素子の動作を停止させる遮断信号が、あらかじめ定められた期間、連続して出力されたときに、PWM制御器の制御ゲインを下げる信号を前記PWM制御器に出力する制御ゲイン調整器を備え、スイッチ素子の遮断回数を減らすものである。

【0045】また、動作遮断器において一定の電圧レベル以上のときに、前記スイッチ素子の動作を停止させる遮断信号もしくは制御ゲインを下げる制御ゲイン調節信号が、あらかじめ定められた期間、連続して出力されるときに、PWM制御器の指令電圧値もしくは指令電流値を下げるように補正値を前記PWM制御器に出力する補正器を備え、スイッチ素子の遮断回数を減らすものである。

【0046】さらにまた、動作遮断器において第1の電圧レベル以上で、第2の電圧レベル未満のときに、前記スイッチ素子の動作を停止させる遮断信号もしくは制御ゲインを下げる制御ゲイン調節信号が、あらかじめ定められた期間、連続して出力されるときに、PWM制御器の指令電圧値もしくは指令電流値を下げるように補正値を前記PWM制御器に出力する補正器を備え、スイッチ素子の遮断回数を減らすものである。

【0047】また、PWM制御器は、スイッチ素子をPWM制御するPI制御部を備え、制御ゲイン調節器は、

P I 制御部の P ゲインまたは I ゲインの少なくとも一方を低下させる信号を出力するものである。

【0048】さらに、PWM制御器は、スイッチ素子を PWM制御する PWM出力値を出力する電圧 P I 制御部と電流 P I 制御部とを備え、制御ゲイン調節器は電圧 P I 制御部または電流 P I 制御部の少なくとも一方を低下させる信号を出力するものである。

【0049】また、比較器の出力に基づいて PWM制御装置に接続された負荷を増加するように負荷へ信号を出力する負荷量調節器とを備える。

【0050】さらにまた、PWM制御器からの動作信号に基づいて動作する 1 個のスイッチ素子を有する PWM制御装置の保護回路において、前記 PWM制御装置から出力される電圧を検出する電圧検出器と、一定の電圧レベルに設定する電圧レベル設定器と、この電圧レベル設定器により設定された一定の電圧レベルと前記電圧検出器により検出された電圧とを比較する比較器と、前記検出された電圧値が前記一定の電圧レベル以上のときに、PWM制御装置に接続している負荷を増加するように負荷へ信号を出力する負荷量調節器とを備える。

【0051】また、PWM制御器からの動作信号に基づいて動作する 1 個のスイッチ素子を有する PWM制御装置の保護回路において、前記 PWM制御装置から出力される電圧を検出する電圧検出器と、第 1 の電圧レベルと第 2 の電圧レベルとに設定する電圧レベル設定器と、この電圧レベル設定器により設定された前記第 1、第 2 の電圧レベルと前記電圧検出器により検出された電圧値とを比較する比較器と、前記検出された電圧値が前記第 1 の電圧レベル以上で、前記第 2 の電圧レベル未満のときに、PWM制御装置に接続している負荷を増加するように負荷へ信号を出力する負荷量調節器とを備え、前記比較器の出力が、前記検出された電圧値が第 2 の電圧レベル以上のときに、前記スイッチ素子の動作を停止させる動作遮断器と、前記動作遮断器の遮断を解除する遮断解除器とを備える。

【0052】さらに、負荷としてモータ駆動用のインバータと前記インバータを制御するインバータ制御器を備えた PWM制御装置保護回路において、前記インバータ制御器は、前記インバータが前記モータに出力する通電位相角を、負荷量調節器から出力される信号に基づいて遅らせるようにするものである。

【0053】また、負荷としてモータ駆動用のインバータと前記インバータを制御するインバータ制御器を備えた PWM制御装置保護回路において、前記インバータ制御器は、前記インバータが前記モータに出力する回転数を、負荷量調節器から出力される信号に基づいて増加させるようにするものである。

【0054】さらにまた、負荷としてモータ駆動用のインバータと前記インバータを制御するインバータ制御器を備えた PWM制御装置保護回路において、前記インバ

ータ制御器は、前記インバータが前記モータに出力する印加電圧を、負荷量調節器から出力される信号に基づいて増加させるようにするものである。

【0055】また、PWM制御器からの動作信号に基づいて動作する 1 個のスイッチ素子とリアクトルを有する PWM制御装置の保護回路において、前記リアクトルは、複数の積層板からなり、断面が矩形形状の一対の横枠コアと、一対の縦枠コアからなる枠状コアと、前記横枠コアと縦枠コアの端部の接続部に各々設けられたギャップと、前記横枠コアまたは縦枠コアの各々に回巻された一対の巻線とを備え、さらに、前記 PWM制御装置に流れる電流を検出する電流検出器と、一定の電流レベルに設定する電流レベル設定器と、この電流レベル設定器により設定された一定の電流レベルと前記電流検出器により検出された電流値とを比較する比較器と、前記検出された電流値が前記一定の電流レベル以上のときに、前記 PWM制御器の前記スイッチ素子の動作停止を継続する動作遮断器とを備える。

【0056】さらに、PWM制御器からの動作信号に基づいて動作する 1 個のスイッチ素子とリアクトルを有する PWM制御装置の保護回路において、前記リアクトルは、複数の積層板からなり、断面が矩形形状の一対の横枠コアと、一対の縦枠コアからなる枠状コアと、前記横枠コアと縦枠コアの端部の接続部に各々設けられたギャップと、前記横枠コアまたは縦枠コアの各々に回巻された一対の巻線とを備え、さらに、前記 PWM制御装置に流れる電圧を検出する電圧検出器と、一定の電圧レベルに設定する電圧レベル設定器と、この電圧レベル設定器により設定された一定の電圧レベルと前記電圧検出器により検出された電圧値とを比較する比較器と、前記検出された電圧値が前記一定の電圧レベル以上のときに、前記 PWM制御器の前記スイッチ素子の動作停止を継続する動作遮断器とを備える。

【0057】また、積層板は、厚さが 0.2 mm 以下の高透磁率である磁性体材料としたものである。

【0058】さらにまた、積層板に方向性のある磁性物質を用い、磁束の流れる方向が横枠コアと縦枠コアで直交するように、縦枠コアと横枠コアを配設したものである。

【0059】また、接続部は、横枠コアと縦枠コアの端部を、各々軸方向に対して互いに補角をなす面としたものである。

【0060】さらに、接続部は、横枠コアの端部の軸方向に対して平行な側面と、縦枠コアの端部の軸方向に対して直角な端面としたものである。

【0061】さらにまた、横枠コアの長さを  $a$ 、横枠コアの接合面の直交方向の厚さを  $b$  としたときに、縦枠コアの長さを  $a - 2b$  としたものである。

【0062】また、横枠コアと縦枠コアを同一長さとしたものである。

10

20

30

40

50

【0063】また、一對の巻線を並列巻きとしたものである。

【0064】さらに、一對の巻線を直列巻きとしたものである。

【0065】

【発明の実施の形態】

実施の形態1. 図1は、この発明の実施形態1を示すPWM制御装置の電源回路及びその保護回路のブロック図である。図1において、1は交流電源、2は4個のダイオードで構成した全波整流器、3はエネルギーを貯えて直流電圧を昇圧させ、入力電流を平滑するための直流リアクトル、4は力率改善回路の出力の直流電圧を平滑するための平滑コンデンサ、5は直流母線間をスイッチングして昇圧動作をし、入力電流を正弦波状にして力率を改善するためのスイッチ素子、6はスイッチ素子5がオンしたとき平滑コンデンサ4からスイッチ素子5へ電流が逆流することを阻止する逆流阻止用ダイオード、7は負荷、8は直流側に流れる入力電流を検出する入力電流検出器、9は直流電圧を検出する直流電圧検出器、10は交流電源1の電圧位相を検出する位相検出器、11はスイッチ素子5をPWM制御するためのPWM制御器、12はPWM制御器11からの動作信号に基づいてスイッチ素子5を動作させるドライバーである。以上の構成が、PWM制御装置の直流電源回路の力率改善回路である。

【0066】次に、PWM制御している電源回路の動作を停止させることなくスイッチ素子5を保護する保護回路17の構成を説明する。13は第1の電流レベルと第2の電流レベルを設定した電流レベル設定器、14は電流レベル設定器13の設定値と入力電流検出器8にて検出した電流値とを比較する比較器、15は比較器14での結果によりスイッチ素子5の動作を遮断させる動作遮断器、16は動作遮断器15にてスイッチ素子5の動作を遮断した後、スイッチ素子5の遮断を解除する遮断解除器である。

【0067】次に、図1に示される力率改善回路の動作について図説明する。図1に示されるスイッチ素子5が全く動作しない場合の入力電圧と入力電流の関係は、図2に示すような波形図となる。図2(a)は入力電流波形図、図2(b)は入力電圧波形図である。平滑コンデンサ4によって平滑にされた直流電圧と交流電源1によって印加される交流の入力電圧とを比較した場合に、入力電圧の方が直流母線電圧よりも高い時だけ、電流が交流電源1から流れる。そのため、図2(b)に示されるような入力電流が流れるが、この電流には多量の高調波成分が含まれており、力率も悪い状況になる。

【0068】そこで、図1に示すようなスイッチ素子5をオン動作させると、スイッチ素子5のオン中は、交流電源1から全波整流器2、リアクトル3を通り、スイッチ素子5を経て、全波整流器2を通過して、交流電源1に

流れるような電流の経路ができる。スイッチ素子5がオンした後、スイッチ素子5をオフさせても、リアクトル3に貯えられたエネルギーにより、入力電流が流れ続ける。スイッチ素子5のオフ時に、リアクトル3に貯えられたエネルギーによって、入力電流は流れるが、入力電流が流れるとリアクトル3に貯えられたエネルギーが減少し、それと共に、入力電流も減少する。この性質を利用して、スイッチ素子5の動作を制御して、入力電流を正弦波状にすることが可能である。また、電源電圧の位相を位相検出器10にて検出することによって、電源電圧と同位相の入力電流を流すことができ、図3(a)に示す入力電圧に対し図3(b)に示す入力電流波形図のような入力電流が流れるように制御することが可能となる。

【0069】ここで、スイッチ素子5を動作させて、入力電流を正弦波状に制御することが可能であるが、正弦波の振幅値を変化させることによって、直流電圧も制御できる。それは、リアクトル3に貯えられるエネルギーが変化し、リアクトル3に貯えられているエネルギー量に応じた電圧がリアクトル3の両端に発生し、交流電源1の電圧とリアクトル3の両端電圧の加算値が平滑コンデンサに充電できるからである。このように力率を改善させ、直流電圧を上昇させる昇圧方式の力率改善回路は、一般的に知られているものであり、入力電流を正弦波状にし、直流電圧を任意の値に制御するようにスイッチ素子5をPWM制御するのが、図1におけるPWM制御器11である。

【0070】次に、保護回路17の動作について説明する。まず、第1の電流レベルと第2の電流レベルについて説明する。通常は、スイッチ素子5の保護として第2の電流レベルのみが設定されている。この第2の電流レベルは、スイッチ素子5が破損しない最大電流値が設定されており、第2の電流レベルよりも大きな電流がスイッチ素子5に流れることによって、スイッチ素子5が破損することから保護することが目的である。

【0071】第1の電流レベルは、第2の電流レベルよりも低い値に設定する。この第1の電流レベルは、過大電流によってスイッチ素子5が破損することから保護することが目的ではない。この第1の電流レベルは、負荷の最大定格電流値よりも多少大きい値として設定し、スイッチ素子5が破損するレベルに達する前に、一時的に過大電流から回路全体を保護するものである。

【0072】ところで、この一石式の昇圧方式の力率改善回路におけるリアクトル3は、昇圧に寄与し、かつ、電流を平滑する役目を持っているので、非常に重要な部品であるといえる。この方式に使用されるリアクトル3は、電流容量が大きくなればなるほど、インダクタンス値の小さいものとなる。インダクタンス値が小さくなると、リアクトル3は、飽和しやすくなる。リアクトル3が飽和した場合、リアクトル3として機能しなくなり、

抵抗と同等な負荷となってしまう。

【0073】このリアクトル3の飽和している時に、スイッチ素子5をオンすると、抵抗と化したリアクトル3で、電源短絡している状態と同じなので、急峻で大きな電流が回路上を流れる。リアクトル3が飽和状態から脱すると、通常動作と変わらない動作へ戻る。第1の電流レベルは、このように、リアクトル3が飽和状態となった場合に、スイッチ素子5がオンすることを防ぎ、かつ、

力率改善回路の動作を停止させないように設定するものである。また、スイッチ素子5が破損するレベルに達する前に、一時的に過大電流から回路全体を保護することも目的である。

【0074】次に、保護回路17の動作を図4のフローチャート図により説明する。まず、スイッチ素子5の動作中で（S1）、キャリア開始時刻でない場合に（S2）、電流レベル設定器13にて設定された第1の電流レベルと入力電流値とを比較器14にて比較し、第1の電流レベル以上で、前記第2の電流レベル未満の電流値が流れていた場合、（S3）、スイッチ素子5の動作を停止するため、動作遮断器15にて、遮断信号をドライバ12へ出力する。そして、スイッチ素子5の動作を停止させる（S4）。第1の電流レベルよりも電流値が小さい場合、保護動作は行わない。

【0075】この遮断動作は、次のキャリア周期が始まるまで、続けられる。すなわち、同一キャリア内では、スイッチ素子5の動作は停止したままである。遮断動作の解除は、キャリア開始のときに、キャリア周期の開始時刻に同期して、PWM制御器11から遮断解除器16へ信号が入力される。遮断解除器16は、キャリア周期毎に動作遮断器15の遮断動作を解除する（S5）。この一連の動作の様子を示す波形を図5に示す。図5

（b）に示す第1の電流レベル保護信号が出力されたときに、図5（e）に示すようにスイッチ素子の動作信号が停止し、図5（a）に示すPWM制御器11からの動作信号のキャリア1周期の開始時刻毎に出力される、図5（c）に示す第1の電流レベル保護解除信号によりスイッチ素子の動作を開始する。このように、第1の電流レベルを超えた場合は、PWM制御しているそのキャリア周期の残りの時間だけスイッチ素子5の動作を停止する。

【0076】次に、第2の電流レベルでの遮断について説明する。第1の電流レベルにて、スイッチ素子5の動作を一時的に停止しているのに、スイッチ素子5に起因して流れる過大電流は、第2の電流レベルに達することは、論理上あり得ない。しかしながら、第1の電流レベルを超えてからスイッチ素子5の動作を停止するまでのわずかな時間中にて、第2の電流レベルをも超えてしまう場合、スイッチ素子の不具合である可能性が高いため、スイッチ素子5を動作させるのは、問題である。

【0077】そこで、第2の電流レベルを超えた場合

（S6）、図5（d）に示すとおり、遮断解除器16にて、キャリア周期開始時刻でのスイッチ素子5の遮断動作を解除することはできない。動作遮断器15からPWM制御器11への出力信号により、PWM制御器11でのスイッチ素子5の動作信号を、図5（a）に示すように停止し（S7）てから、遮断解除器16にて停止動作を解除し（S8）、力率改善回路を再起動させる。または、例えば、装置に故障診断モードなどが付加されていて、故障でないことが明らかになった場合にのみ停止動作を解除するようにする。なお、図4において、PWM制御器11からスイッチ素子の動作信号により、キャリア周期内のみスイッチ動作を停止する場合を遮断とし、PWM制御器11からスイッチ素子の動作信号の出力がなくスイッチ動作を停止する場合を、停止としている。

【0078】以上のようにして、第1の電流レベルと第2の電流レベルを設けて、スイッチ素子5を始めとする力率改善回路を保護するわけであるが、力率改善回路の動作を停止することを避けるのは、次のような理由があるからである。まず、図1に示すような回路構成をする直流電源は、直流電圧を昇圧することによって、動作が成り立ち、直流電源の動作が停止すると、直流電圧は交流電源1の振幅値まで低下する。負荷として、インバータが、このPWM制御装置に接続されている場合、直流電圧低下によって、不具合が発生する。

【0079】そして、インバータは、電子制御により動作しており、通常、印加される直流電圧と入力される電力を利用して、インバータに接続されている負荷を動作させる。インバータに接続されている負荷へ、インバータは、一定の電力を供給するよう動作する。ここで、直流電圧が低下すると、同じ電力を供給するために、電流を多く出力するようインバータが動作する。また、力率改善回路の動作が停止すると、極端に力率が低下して、そのため、力率改善回路に流れる電流が大きくなり、動作を停止したことによって、より大きなピーク電流が交流電源1から入力されてくることになる。インバータの出力電流も大きくなることで、インバータも故障の要因となり、インバータも動作も停止せざるを得ない。

【0080】従って、以上のように、スイッチ素子5が破損するレベルではない第1の電流レベルにて、一時的にスイッチ素子5を停止させるような保護動作をする保護回路17を設けることによって、力率改善回路の動作を停止することなく、過電流から力率改善回路を保護することが可能となり、信頼性の高い力率改善回路を提供することができる。また、リアクトルの部品ばらつきによる飽和にて発生する過電流でも、力率改善回路の動作停止を防ぎ、信頼性の高い力率改善回路を提供することができる。また、第2の電流レベル以上のときは、スイッチ素子5の動作を停止したままとして、スイッチ素子が破損するのを防ぐことができる。

【0081】実施の形態2。図6は、この発明の実施の

10

20

30

40

50

形態2を示すPWM制御装置の保護回路のブロック図である。図において、実施の形態図1の図1と同一または相当部分には同じ符号を付し、説明を省略する。18は保護回路17の動作遮断器15からの信号を受け、PWM制御器11の制御ゲインを変更する制御ゲイン調整器である。

【0082】次に、保護回路17の動作を図7のフローチャート図により説明する。第1の電流レベルに電流値が達した場合の動作(S11~S14、S17)は実施の形態1の図4に示す動作(S1~S4、S5)と同様であり、また、第2の電流レベルに電流値が達した場合の動作(S18~S20)は実施の形態1の図4に示す動作(S6~S8)と同様であり、実施の形態1と動作の異なる点は、第1の電流レベルに達する電流がある期間、連続して流れる場合(S15)、制御ゲイン調整器18により、PWM制御での制御ゲインを低下させる(S16)点である。

【0083】第1の電流レベルを超える電流値が連続して流れるということは、前述の通り、リアクトルが飽和しているか、もしくは、流れる電流値に対し制御ゲインが大きすぎることでであると推定される。そこで、例えば、電源半周期の25%程度の時間中、第1の電流レベルを超える過電流が、連続して検出される場合、PWM制御器11の制御ゲインを低下させて、制御によって流れる電流量を低下させることがこの目的である。

【0084】ここで、PWM制御をする制御であれば、いかなる制御方式でもよく、これらの制御方式の制御ゲインを低下させることで、スイッチ素子5のPWMに影響を及ぼす制御であれば、いかなる制御方式でもよいことは、いうまでもない。例えば、これらのPWM制御方式として、P制御、PI制御、PID制御などが挙げられる。

【0085】上記の通り、例えば、電源半周期の25%程度の時間中、第1の電流レベルを超える電流が、連続して検出された場合、PWM制御器11の制御ゲインを現状の値よりも約5%程度低下させる。ここで、低下させるのは、5%でなくてもよく、3%でも10%でもよいが、急激に小さくすると制御系が発振し、誤動作してしまい、小さすぎると、ゲイン低下の効果がなくなるので、5%程度がちょうどよいレベルである。そして、図7のフローチャートに示すとおり、第1の電流レベルによるスイッチ動作の遮断が、連続しておこる場合に、PWM制御器11の制御ゲインを低下させる。また、制御ゲインは、普通一般的には、S/W内の演算に使用されており、演算処理上、ゲインの係数を変更することによって、制御ゲイン低下は実現できる。

【0086】また、制御ゲインを低下させた後、負荷7が軽負荷となり、その結果、第1の電流レベルより検出電流値が大幅に小さくなったときに、制御ゲインを上昇させて、制御系の応答性を早めても、なんら問題はな

い。

【0087】制御ゲイン調整器18を追加することによって、流れる電流値に応じた制御ゲインへ変更可能となり、PWM制御器11のPWM指令が低下し、従って、スイッチ素子5のオン動作が低減される。よって、交流電源1から流れる入力電流が低減されるので、入力電流検出器8にて検出される入力電流も第1の電流レベルを超えなくなり、また、保護回路17にてスイッチ素子5の動作を停止させないので、発明の実施の形態1で説明した技術よりも、制御系が安定し、より安定した直流電圧を負荷7へ供給可能となる。さらに、動作遮断器15での強制的な遮断がなくなるので、保護回路17の動作によって、歪んでしまった入力電流をより正弦波状に近づけることが可能となり、よりいっそうの力率改善に寄与する。

【0088】実施の形態3。実施の形態3は実施の形態2におけるPWM制御器11がPI制御部を備えている場合に、ゲインを変化させる具体的な方法を示すものである。保護回路の構成は、実施の形態2の図6と同じであり、図8は、PWM制御器11のPI制御を示す制御ブロック図である。図において、直流電圧を制御するための電圧のPI制御と入力電流を制御するための電流のPI制御の2つの制御ブロックからなる。

【0089】まず、PI制御を用いた場合の力率改善回路の制御について説明する。図1における直流電圧検出器9にて検出された直流電圧検出値と入力電流検出器8にて検出された入力電流検出値、および、位相検出器10で検出された位相と同位相のsinカーブが図8における制御に使用される。

【0090】図8における電圧のPI制御であるが、まず、目標とするPWM制御器11に格納されているの直流電圧指令値と直流電圧検出値との差分が算出され、算出した差分を電圧の比例ゲイン値KV1と乗算した値が比例項となる。また、算出された差分を電圧の積分ゲイン値KV2と乗算した値と前回までの乗算値の加算値とを加算した値が積分項となる。この比例項と積分項を加算した値がPI制御の制御出力値であり、以上のような制御出力値によって制御することがPI制御であることは一般的に知られている。

【0091】ここで、電圧のPI制御での出力値は、掛け算器にて、sinθと掛け算される。この掛け算器の出力結果が、目標とする電流の指令値となる。このsinカーブは、交流電源1の電圧位相を検出する位相検出器10によって、電圧位相と同位相のsinカーブとなる。

【0092】この掛け算器にて出力される電流指令値と入力電流検出器8にて検出された入力電流検出値とが電流のPI制御で使用される。電流のPI制御も電圧のPI制御と同様に、電流指令値と入力電流検出値との差分から、図8に示すとおり、比例成分と積分成分が算出さ

10

20

30

40

50



れ、それらの和から、スイッチ素子5をPWM制御するPWM出力値を得る。このPWM出力値は、図2におけるドライバー12に入力され、スイッチ素子5を動作させる。

【0093】次に、本実施の形態の動作について説明する。動作は実施の形態2の図7のフローチャートと同様であり、PWM制御11の制御ゲイン低下をさせる（S16）方法であるが、例えば、電源半周期の25%の期間中、第1の電流レベルを連続して超えた場合、制御ゲイン値を5%低減させるのだが、図8で示したPI制御

での制御ゲイン値は、KV1、KV2、KI1、KI2と4個あり、少なくとも1つ以上のゲイン値を低下させる。

【0094】すなわち、第1の電流レベルに達する電流値がある期間連続して検出されたときに、低下させる制御ゲインが2個ある場合に限り、どちらか一方又は両方とも低下させるものである。

【0095】また、低下させる制御ゲインは、図8に示すように電圧のPI制御と電流のPI制御のゲイン値があるが、どちらか一方および両方の制御ゲインを低下させてもよい。また、PゲインおよびIゲインの少なくとも一方を低下させてもよいが、Pゲインの方がIゲインより即効性が高いので、Pゲインを下げる方が、ゲイン低下の効果が表れるのが早い。

【0096】以上のように、制御ゲイン調整器18を追加することによって、流れる電流値に応じた制御ゲインへ変更可能となり、PWM制御器11のPWM指令が低下し、従って、スイッチ素子5のオン動作が低減される。よって、交流電源1から流れる入力電流が低減されるので、入力電流検出器8にて検出される入力電流も第1の電流レベルを超えなくなり、また、保護回路17にてスイッチ素子5の動作を停止させないので、実施の形態1で説明した技術よりも、制御系が安定し、より安定した直流電圧を負荷7へ供給可能となる。さらに、保護回路17によるスイッチ素子5の動作禁止がなくなるので、保護回路17の動作によって、歪んでしまった入力電流をより正弦波状に近づけることが可能となり、力率をさらに改善することができる。

【0097】また、制御ゲインを低下させた後、負荷7が軽負荷となり、その結果、第1の電流レベルより検出電流値が大幅に小さくなったときに、制御ゲインを上昇させて、制御系の応答性を早めても、なんら問題は無い。

【0098】実施の形態4。図9は、この発明の実施形態4を示すPWM制御装置の保護回路のブロック図である。図において、実施の形態2の図6同一または相当部分には同じ符号を付し、説明を省略する。図における動作遮断器51は、本実施形態では、第1の電流レベルを超えた場合において、スイッチ素子5の動作を遮断するものでなく、第2の電流レベルを超えたときにスイッチ素子5を停止させる働きをする。また、制御ゲイン調整

器18は、第1の電流レベルを超えた場合に、制御ゲインを低下させる働きをする。

【0099】次に、本実施形態における動作を図10のフローチャートにより説明する。まず、PWM制御器11にて、スイッチ素子5を動作させる（S31）。そして、入力電流検出器8にて検出された入力電流は、比較器14にて第1の電流レベルと比較される（S32）。第1の電流レベルよりも検出される入力電流が小さい場合は、PWM制御器11での制御ゲインは、変更されずに、力率改善回路は動作する。しかし、第1の電流レベルよりも検出される入力電流が大きい場合に、制御ゲイン調整器18は、PWM制御器11の制御ゲインを低下させて、スイッチ素子5をPWM動作させる（S33）。

【0100】次に、入力電流検出器8で検出された入力電流は、比較器14にて第2の電流レベルと比較される（S34）。動作遮断器51は、第2の電流レベルを超えた場合に、ドライバー12にスイッチ素子5の動作を停止するよう信号を出力する（S35）。第2の電流レベルを超えた場合の動作遮断は、PWM制御器11にてスイッチ素子5の動作停止中のみ解除される（S36）。これは、PWM制御器11からスイッチ素子5への動作信号が出力されているときに、動作遮断器51の動作を解除してしまうと、第2の電流レベルを越えて停止した意味がなくなるからである。第1の電流レベルを超えた場合に、PWM制御器11の制御ゲインを低下させるので、PWM出力値が低下し、従って、スイッチ素子5のオン動作が低減される。

【0101】以上のように、制御ゲインが低下するので、交流電源1から流れる入力電流が低減され、入力電流検出器8にて検出される入力電流も第1の電流レベルを超えなくなり、制御系が安定して、安定した直流電圧を負荷7へ供給可能となる。さらに、力率改善回路の動作を停止することなく、過電流から力率改善回路を保護することが可能となり、信頼性の高い力率改善回路を提供することができる。

【0102】また、制御ゲインを変更する場合に、電圧および電流の少なくとも一方の制御ゲインを変更することで、上記と同様な効果を得られることは、言うまでもない。また、PWM制御として、PI制御を用いたとき、低下させる制御ゲインは、図8に示すように電圧のPI制御と電流のPI制御のゲイン値があるが、どちらか一方および両方の制御ゲインを低下させても、その効果があることは言うまでもない。また、PゲインおよびIゲインの少なくとも一方を低下させてもよいが、Pゲインの方がIゲインより即効性が高いので、Pゲインを下げる方が、ゲイン低下の効果が表れるのが早い。

【0103】さらに、制御ゲインを低下させた後、負荷7が軽負荷となり、第1の電流レベルより検出電流値が大幅に小さくなったときに、制御ゲインを上昇させて、

制御系の応答性を早めても、なんら問題はない。

【0104】実施の形態5. 本実施の形態は実施の形態4の制御ゲイン調整器の動作を変えたものである。保護回路のブロック図は図9のブロック図と同一であり、本実施の形態の動作を図11のフローチャートで説明する。まず、スイッチ素子5の動作中で（S41）、電流レベル設定器13にて設定された第1の電流レベルと入力電流値とを比較器14にて比較し（S42）、第1の電流レベル以上で、前記第2の電流レベル未満の電流値が流れていた場合、その超えていた時刻が、電源電圧の正弦波のピーク付近であった場合にのみ、制御ゲイン調整器18は、制御ゲインを低下させるように働く（S46）。例えば、交流電源1の正弦波電圧の半周期を180度とした場合、正弦波のピーク付近のある一定期間を60度から120度と設定する。この60度から120度に入る60度区間で、かつ、第1の電流レベルを入力電流が超えていた場合において、制御ゲイン調整器18は、PWM制御器11の制御ゲインを低下させて、低下した制御ゲインの状態にてスイッチ素子5はPWM制御動作される。

【0105】制御ゲイン調整器18は、ピーク付近にて、制御ゲインを低下させていた場合（S46）、ピーク付近を通過した後、制御ゲインを上昇させるよう動作する（S45）。このように、電源電圧が交流であるため、ピーク付近とゼロクロス付近とで、流れる瞬時電流値が異なり、流れる電流に応じた制御ゲインを設定することで、入力電流がより正弦波に近づき、力率が向上することができる。また、ピーク付近での応答性を落とし、ゼロクロス付近での応答を上げることで、過電流は通常ピーク付近で生じるので、過電流が生じにくくなる。また、以上のような制御を行う場合において、負荷量に応じた第1の電流レベルを設定しても、更に制御系が安定し、より入力電流が正弦波に近づくといった効果をもたらすので、PWM制御装置の動作途中にて第1の電流レベルを変更しても問題はない。

【0106】次に、入力電流検出器8で検出された入力電流は、比較器14にて第2の電流レベルと比較される（S47）。動作遮断器51は、第2の電流レベルを超えた場合に、ドライバー12にスイッチ素子5の動作を停止するよう信号を出力する（S48）。

【0107】以上のように、制御ゲイン調整器18に上記のような機能を追加することにより、負荷量及び流れる瞬時電流値に応じた制御ゲインを設定でき、それによって、制御系を安定にし、力率を更に向上させる事ができる。さらに、ピーク電流を抑え、力率改善回路の動作を停止することなく過電流を防ぐことが可能になり、信頼性の高い力率改善回路を提供することができる。

【0108】また、制御ゲインを変更する場合に、電圧および電流の少なくとも一方の制御ゲインを変更することで、上記と同様な効果を得られる。また、PWM制御

として、PI制御を用いたとき、低下させる制御ゲインは、図8に示すように電圧のPI制御と電流のPI制御のゲイン値があるが、どちらか一方および両方の制御ゲインを低下させても、その効果がある。また、PゲインおよびIゲインの少なくとも一方を低下させてもよいが、Pゲインの方がIゲインより即効性が高いので、Pゲインを下げる方が、ゲイン低下の効果が表れるのが早い。

【0109】実施の形態6. 図12は、この発明の実施形態6を示すPWM制御装置の保護回路のブロック図である。図において、実施の形態4の図9と同一または相当部分には同じ符号を付し、説明を省略する。図において、19は比較器14にて第1の電流レベルよりも検出電流が大きい時に、PWM制御器11の指令電流に対し、補正を加える補正器である。

【0110】補正器19は、比較器14にて入力電流値が第1の電流レベルよりも大きいと比較されたとき、PWM制御器11でPWM制御している目標とする電流値に補正を加える。これは、流れる電流量が大きいので、目標の電流値自体を低下させ、流れる電流量を低下させようとするものである。PWM制御器11は、目標電流に近づくように、スイッチ素子5を制御して電流が流れるので、目標電流が小さくなれば、スイッチ素子5が動作することで流れる電流量も低減され、過電流レベルから回避することができる。

【0111】また、PWM制御として、PI制御を適用していた場合、PI制御は図8にて示した制御ブロック図となるが、補正器19による補正を加えた電流のPI制御の制御ブロック図は、図13となる。図13は、PWM制御器11内部での掛け算器、電流のPI制御と補正器19の関係を示し、図8に示す電流のPI制御の制御ブロック部分と変更することによって補正を行う。

【0112】図8における制御ブロック図において、掛け算器から出力された出力値は、電流のPI制御に使用される電流の指令値であり、上記での目標電流となる。従って、図12における比較器14にて、入力電流検出器8にて検出される入力電流値と第1の電流レベルとを比較して、第1の電流レベルよりも入力電流値の方が大きくなった場合、補正器19において、電流のPI制御器に入力される電流の指令値に補正を加える。図13において、掛け算器の出力と補正器の出力を加える部分だが、この実施の形態にて述べる補正部分である。この補正によって、電流の指令値は、補正する前と比べて小さい値になり、目標電流が小さくなるので、電流のPI制御からのPWM出力値が小さくなって、スイッチ素子5のオン動作も小さくなり、スイッチ素子5の動作によって流れる入力電流を低下させるように制御が動作するよう補正される。

【0113】以上のように、補正器19を追加することにより、力率改善回路自体の動作を全く停止させること

10

20

30

40

50

なく、過電流から力率改善回路を保護することが可能となり、信頼性の高い力率改善回路を提供することができる。

【0114】また、電流の指令値に補正を加えて、過電流から保護しようとしたが、図8における電圧の指令値に補正を加えても同様な効果がある。

【0115】なお、第2の電流レベルを超えた場合、スイッチ素子5の動作を停止させ、この停止を解除する動作は、実施の形態5と同じである。さらに、実施の形態1では、連続して第1の電流レベル越えたときに制御ゲインを低下させていたが、制御ゲインを低下させるのではなく、補正を加える方式を同様に実施したとしてもなんら問題はなく、実施の形態1と同等の効果がある。

【0116】実施の形態7. 図14は、実施の形態7を示す一般的なPWM制御をしているインバータ回路に、実施の形態1～6に示した保護回路を追加したブロック図である。20は6素子のインバータ、21はインバータ20を制御するインバータPWM制御器、22はインバータ20を動作させるインバータドライバー、23はインバータ20に接続されている負荷のモータである。

【0117】実施の形態1から6については、単相の昇圧方式の力率改善回路に適用して述べていたが、一般的なPWM制御をして動作させている6素子のインバータに適用しても、回路動作を停止せず、過電流から保護可能であり、インバータに適用しても力率改善回路と同様の効果を有する。また、PWM動作をさせている全ての回路について、適用可能である。

【0118】実施の形態8. 実施の形態1～7は過電流保護について、第1の電流レベルと第2の電流レベルを設けて、装置の過電流から保護したが、電流の代わりに第1の電圧レベルと第2の電圧レベルを設けて、過電圧から装置を保護したものについて、以下の実施の形態で説明する。本実施の形態は、実施の形態1における図1で、電流レベル設定器13を電圧レベル設定器に代え、比較器14には電圧検出器9の信号を入力した構成としたものである。

【0119】図15は、この発明の実施形態8を示すPWM制御装置の電源回路及びその保護回路のブロック図である。図15において、実施の形態1における図1と同一または相当部分には同じ符号を付し、説明を省略する。61は第1の電圧レベルと第2の電圧レベルを設定した電圧レベル設定器、14は電圧レベル設定器61の設定値と直流電圧検出器9にて検出した電圧値とを比較する比較器である。

【0120】次に、動作について説明する。図15に示される力率改善回路の動作は実施の形態1の動作と同じであり、直流電圧を上昇させ力率を改善する。PWM制御器11は、入力電流を正弦波状にし、直流電圧を任意の値に制御するようスイッチ素子5をPWM制御する。

【0121】次に、保護回路17の動作について説明す

る。まず、第1の電圧レベルと第2の電圧レベルについて説明する。通常は、スイッチ素子5の保護として第2の電圧レベルのみが設定されている。この第2の電圧レベルは、スイッチ素子5の耐圧もしくは平滑コンデンサ4の耐圧により決定する最大電圧値が設定されており、第2の電圧レベルよりも高い電圧がPWM制御装置に印加されることによって、スイッチ素子5もしくは平滑コンデンサ4が破損することから保護することが目的である。

【0122】第1の電圧レベルは、第2の電圧レベルよりも低い値に設定する。この第1の電圧レベルは、過大電圧によってスイッチ素子5もしくは平滑コンデンサ4が破損することから保護することが目的ではない。この第1の電圧レベルは、負荷が必要とする直流電圧値よりも多少大きい値として設定し、スイッチ素子5もしくは平滑コンデンサ4が破損するレベルに達する前に、一時的に過大電圧から回路全体を保護するものである。

【0123】次に、保護手段17の動作を図16のフローチャート図により説明する。まず、スイッチ素子5の動作中で(S51)、キャリア開始時刻でない場合に(S52)、電圧レベル設定器61にて設定された第1の電圧レベルと直流電圧値とを比較器14にて比較し、第1の電圧レベルよりも高い電圧値が出力されていた場合(S53)、スイッチ素子5の動作を停止するため、動作遮断器15にて、遮断信号をドライバ12へ出力する。そして、スイッチ素子5の動作を停止させる(S54)。第1の電圧レベルよりも電圧値が低い場合、保護動作は行わない。

【0124】この遮断動作は、次のキャリア周期が始まるまで、続けられる。すなわち、同一キャリア内では、一度スイッチ素子5の動作を停止した場合、スイッチ素子5は停止したままになる。

【0125】この遮断動作の解除は、キャリア周期の始まる時刻に同期して(S52)、PWM制御器11から遮断解除器16へ信号が入力される。遮断解除器16は、キャリア周期毎に動作遮断器15の遮断動作を解除する(S55)。この一連の動作の様子を示す波形は、実施の形態1の図5に示すものと同じであり、図5

(b)に示す第1の電圧レベル保護信号が出力されると、図5(a)に示すPWM制御器11の動作信号が出力されていても、図5(e)に示すスイッチ素子5への動作信号は、スイッチ素子5が動作しないように入力される。そして、図5(a)に示すPWM制御器11からの動作信号のキャリア1周期の開始時刻毎に出力される図5(c)に示す第1の電圧レベル保護解除信号によりスイッチ素子5の動作を開始する。

【0126】このようにして、第1の電圧レベルを超えた場合は、PWM制御しているそのキャリア周期の残りの時間だけスイッチ素子5の動作を停止する。

【0127】次に、第2の電圧レベルでの停止について

説明する。第1の電圧レベルにて、スイッチ素子5の動作を一時的に停止しているのを、正常にPWM制御器11がスイッチ素子5を制御していれば、出力する直流電圧は、第2の電圧レベルに達することは、論理上あり得ない。しかしながら、PWM制御装置に接続されている負荷7が動作していない場合、平滑コンデンサ4に貯えられた電荷が放電されずに、第1の電圧レベルを超えてからスイッチ素子5の動作を停止するまでのわずかな時間中にて、少しづつ平滑コンデンサ4に電荷が貯えられていく。この積み重ねによって、第2の電圧レベルを直流電圧が超えてしまうことがある。

【0128】ここで、第2の電圧レベルを超えてしまう場合、前記のように負荷7が動作していない場合か、もしくは、PWM制御器11もしくは直流電圧検出器9などの不具合である可能性の場合であるので、PWM制御装置を動作させる必要がない。

【0129】そこで、第2の電圧レベルを超えた場合（S56）、図5（d）に示すとおり、遮断解除器16にて、キャリア周期開始時刻でのスイッチ素子5の遮断動作を解除することはできない。動作遮断器15から第2の電圧レベルであることを示す信号がPWM制御器11へ入力され、図5（a）に示すPWM制御器からの動作信号が停止（S57）される。その後、遮断解除器16にてスイッチ素子5の停止動作を解除させる（S58）。

【0130】または、例えば、装置に故障診断モードなどが付加されていて、故障でないことが明らかになった場合にのみスイッチ素子5の停止動作を解除する（S58）ようにする。

【0131】なお、図16において、第1の電圧レベルにてPWM制御器11からスイッチ素子5の動作信号をキャリア周期内のみスイッチ動作を停止することを遮断とし、第2の電圧レベルにて、スイッチ素子5のスイッチ動作を連続的に停止させることを停止としている。

【0132】以上のようにして、第1の電圧レベルと第2の電圧レベルを設けて、スイッチ素子5を始めとする力率改善回路をできる限り停止させずに保護するわけであるが、力率改善回路の動作を停止することを避けるのは、負荷としてインバータが接続されていた場合、前に述べた課題でのインバータに発生する不具合の他に、次のような理由もある。

【0133】図15に示すような回路構成をするPWM制御装置に、負荷としてモータを駆動するインバータが接続されている場合、モータ負荷は、必要最低限の印加電圧にて動作させることによって、高効率運転できる。それは、インバータでのキャリア周波数成分に依存する損失が低減されるからである。そのため、インバータに入力される直流電圧とインバータから出力される交流電圧の比率は、できる限り1に近いほうが、よりモータを高効率運転できるので、望ましい。

【0134】従って、保護が必要とするレベルでない第1の電圧レベルにて、インバータへ入力される直流電圧を制限することによって、モータを駆動するインバータが負荷として接続されている場合、負荷を高効率に運転することができる。また、本実施の形態にて述べている力率改善回路においても、昇圧するレベルを低くしたほうが、より高効率になるので、2重の高効率の効果がある。

【0135】さらに、モータは、発生トルクと回転数に応じて、必要とする印加電圧が変化するため、インバータの運転状態に応じて、第1の電圧レベルを変化させることにより、一定の第1の電圧レベルによる運転よりも高効率運転が可能となる。

【0136】以上のように、スイッチ素子5が破損するレベルではない第1の電圧レベルにて、一時的にスイッチ素子5を停止させるような保護動作をする保護手段17を設けることによって、力率改善回路の動作を停止することなく、過電圧から力率改善回路を保護することが可能となり、信頼性の高い力率改善回路を提供することが可能となる。

【0137】さらに、接続されている負荷量に応じて第1の電圧レベルを変化させても、なんら問題はない。

【0138】また、第1の電圧レベルを設定することによって、必要最低限の直流電圧値での動作になるので、モータを駆動するインバータが負荷の場合、モータを高効率運転でき、かつ、PWM制御装置も高効率にて動作させることができる。また、第2の電圧レベル以上のときは、スイッチ素子5の動作を停止したままとして、スイッチ素子が破損するのを防ぐことができる。

【0139】実施の形態9。本実施の形態は、実施の形態5における図9で、電流レベル設定器13を電圧レベル設定器に代え、比較器14には電圧検出器9の信号を入力した構成としたものである。図17は、この発明の実施の形態9を示すPWM制御装置の保護回路のブロック図である。図において、実施の形態8の図15と同一または相当部分には同じ符号を付し、説明を省略する。18は第1の電圧レベルを超えた場合に、PWM制御器11の制御ゲインを調整する制御ゲイン調整器である。また、図における動作遮断器51は、本実施の形態では、第1の電圧レベルを超えた場合においてスイッチ素子5の動作を遮断するものではなく、第2の電圧レベルを超えた場合に、スイッチ素子5を停止する働きをする。

【0140】次に、本実施形態における動作を図18のフローチャートにより説明する。まず、PWM制御器11にてスイッチ素子5を動作させる（S61）。そして、直流電圧検出器9にて検出された直流電圧は、比較器14にて第1の電圧レベルと比較される（S62）。第1の電圧レベルよりも検出される直流電圧が小さい場合は、PWM制御器11での制御ゲインは、変更されず

に、力率改善回路は動作する。しかし、第1の電圧レベルよりも検出される直流電圧が大きい場合、制御ゲイン調整器18は、PWM制御器11の制御ゲインを低下させて、スイッチ素子5をPWM動作させる(S63)。

【0141】次に、直流電圧検出器9で検出された直流電圧は、比較器14にて第2の電圧レベルと比較される(S64)。動作遮断器51は、第2の電圧レベルを超えた場合に、ドライバー12にスイッチ素子5の動作を停止するよう信号を出力する(S65)。第2の電圧レベルを超えた場合の動作遮断は、PWM制御器11にてスイッチ素子5の動作停止中にのみ遮断解除器16にて解除される(S66)。

【0142】これは、PWM制御器11からスイッチ素子5への動作信号が出力されているときに、遮断動作を解除してしまうと、第2の電圧レベルを超えて停止した意味がなくなるためである。

【0143】以上のように、第1の電圧レベルを超えた場合に、PWM制御器11の制御ゲインを低下させるので、スイッチ素子5を動作させるPWM信号が減少し、従って、スイッチ素子5のオン動作が低減され、直流電圧が低下する。

【0144】また、制御ゲインが低下するので、出力する直流電圧が安定して電圧リップルが低下することで、制御系も安定して、力率改善回路の動作を停止することなく、過電圧から力率改善回路を保護することが可能となり、信頼性の高い力率改善回路を提供することができる。

【0145】さらに、必要最低限の直流電圧値での動作になるので、モータを駆動するインバータが負荷の場合、モータを高効率運転でき、かつ、PWM制御装置も高効率にて動作させることができる。

【0146】また、制御ゲインを低下させた後、負荷7が軽負荷となり、第1の電圧レベルより検出電圧値が大幅に小さくなったときに、制御ゲインを上昇させて、制御系の応答性を早めても、なんら問題はない。

【0147】さらに、接続されている負荷量に応じて第1の電圧レベルを変化させても、なんら問題はない。

【0148】実施の形態10。本実施の形態は、実施の形態6における図12で、電流レベル設定器13を電圧レベル設定器に代え、比較器14には電圧検出器9の信号を入力した構成としたものである。図19は、この発明の実施の形態10を示すPWM制御装置の保護回路ブロック図である。図において、実施の形態9の図17と同一または相当部分には、同じ符号を付し、説明を省略する。図において、62は比較器14にて第1の電圧レベルよりも検出電圧が大きいときに、PWM制御器11の指令電圧に対し、補正を加える補正器である。

【0149】次に、本実施形態における動作を図20のフローチャートにより説明する。まず、PWM制御器11にてスイッチ素子5を動作させる(S71)。そし

て、直流電圧検出器9にて検出された直流電圧は、比較器14にて第1の電圧レベルと比較される(S72)。第1の電圧レベルよりも検出される直流電圧が小さい場合は、PWM制御器11での制御ゲインは、変更されずに、力率改善回路は動作する。しかし、第1の電圧レベルよりも検出される直流電圧が大きい場合、補正器20は、PWM制御器11に補正値を加えて、スイッチ素子5をPWM動作させる(S73)。

【0150】次に、直流電圧検出器9で検出された直流電圧は、比較器14にて第2の電圧レベルと比較される(S74)。動作遮断器51は、第2の電圧レベルを超えた場合に、ドライバー12にスイッチ素子5の動作を停止するよう信号を出力する(S75)。第2の電圧レベルを超えた場合の動作遮断の解除は、PWM制御器11にてスイッチ素子5の動作停止中にのみ遮断解除器16にて解除される(S76)。

【0151】これは、PWM制御器11からスイッチ素子5への動作信号が出力されているときに、遮断動作を解除してしまうと、第2の電圧レベルを超えて停止した意味がなくなるためである。

【0152】PWM制御器11は、目標とする指令電圧に直流母線電圧になるよう制御しているので、第1の電圧レベルが目標とする指令電圧値よりも高い場合、第1の電圧レベルを超えることはない。しかしながら、実際の直流電圧は第1の電圧レベルを超えているので、PWM制御器11に補正値を加え、PWM制御器11の目標とする指令電圧値を低下させることにより、実際の直流電圧値を低下させようとするものである。

【0153】以上のようにして、PWM制御器11の指令電圧値が低下するので、出力する直流電圧が低下し、従って力率改善回路の動作を停止することなく、過電圧から力率改善回路を保護することが可能となり、信頼性の高い力率改善回路を提供することができる。

【0154】さらに、必要最低限の直流電圧値での動作になるので、モータを駆動するインバータが負荷の場合、モータを高効率運転でき、かつ、PWM制御装置も高効率にて動作させることができる。

【0155】また、補正器62にて指令電圧値に補正を加えたが、指令電流値に補正を加えても、直流電圧値は低下するので、指令電流値に補正を加えてもなんら問題はない。

【0156】また、補正値を加えた後、負荷7が軽負荷となり、第1の電圧レベルより検出電圧値が大幅に小さくなったときに、加えた補正値を減じて、制御系の補正状態をなくしても、なんら問題はない。

【0157】さらに、接続されている負荷量に応じて第1の電圧レベルを変化させても、なんら問題はない。

【0158】実施の形態11。本実施の形態は、実施の形態2における図6で、電流レベル設定器13を電圧レベル設定器に代え、比較器14には電圧検出器9の信号

を入力した構成としたものである。図21は、この発明の実施の形態11を示すPWM制御装置の保護回路のブロック図である。図において、実施の形態8の図15と同一または相当部分には同じ符号を付し、説明を省略する。図における制御ゲイン調整器63は、第1の電圧レベルを超えた場合に、PWM制御器11の制御ゲインを調整するものではなく、あらかじめ決められた期間、連続して第1の電圧レベルを超えた場合に、PWM制御器11の制御ゲインを調整するものである。

【0159】次に、保護回路17の動作を図22のフローチャート図により説明する。第1の電圧レベルに直流電圧が達した場合の動作（S81～S84、S87）は、実施の形態8の図16に示す動作（S51～S54、S55）と同様であり、また、第2の電圧レベルに電圧値が達した場合の動作（S88～S90）は、実施の形態8の図16に示す動作（S56～S58）と同様であり、実施の形態1と動作の異なる点は、第1の電圧レベルに達する電圧がある期間、連続して検出される場合（S85）、制御ゲイン調整器63により、PWM制御器11の制御ゲインを低下させる（S86）点である。

【0160】第1の電圧レベルを超える電圧値が連続して検出されるということは、PWM制御器11の制御ゲインが大きすぎて、電圧に過大なリップルがのっている可能性が高い。そこで、例えば、電源半周期の25%程度の時間中、第1の電圧レベルを超える過電圧が、連続して検出される場合、PWM制御器11の制御ゲインを低下させ、制御によって生じる電圧のリップルを抑制することがこの目的である。

【0161】また、低下させる制御ゲインであるが、現状の制御ゲインの5%程度を低下させる。ここで、3%でも10%でもよいのであるが、急激に制御ゲインを低下させると一時的ではあるが、必要とする直流電圧値よりも低下してしまい、例えば、負荷としてモータが接続されているインバータが接続されている場合、モータへの印加電圧が不足して、モータが必要回転数に達しなくなる恐れがある。また、低下させる制御ゲインが小さすぎると、制御ゲイン低下の効果が現れにくい。

【0162】ここで、制御ゲインは、一般的には、S/W内の演算に使用されており、演算処理上のゲイン係数を変更することによって制御ゲインの低下は実現できる。

【0163】以上のように、制御ゲイン調整器63を追加することによって、目標とする電圧値に応じた制御ゲインへ変更可能となり、直流電圧のリップルが低減できるので直流電圧検出器9にて検出される直流電圧も第1の電圧レベルを超えなくなり、また、保護手段17にてスイッチ素子5の動作を停止させなくなるので、発明の実施の形態8で説明した技術よりも、制御系が安定し、より安定した直流電圧を負荷7へ供給可能となる。

【0164】さらに、保護手段17によるスイッチ素子5の動作禁止がなくなるので、保護手段17の動作によって、歪んでしまった入力電流をより正弦波状に近づけることが可能となり、よりいっそうの力率改善に寄与する。

【0165】さらに、必要最低限の直流電圧値での動作になるので、モータを駆動するインバータが負荷の場合、モータを高効率運転でき、かつ、PWM制御装置も高効率にて動作させることができる。

【0166】また、制御ゲインを低下させた後、負荷7が軽負荷となり、その結果、第1の電圧レベルより検出電圧値が大幅に小さくなったときに、制御ゲインを上昇させて、制御系の応答性を早めても、なんら問題はない。

【0167】さらに、接続されている負荷量に応じて第1の電圧レベルを変化させても、なんら問題はない。

【0168】さらに、図22に示したフローチャートは、実施の形態8に示したもののへ適用することを考慮したものであるが、S84を実施の形態10に示したように第1の電圧レベルを超えた場合にPWM制御器11へ補正値を加えるような構成であっても、同様な効果があることはいうまでもない。この場合、第2の電圧レベルに電圧値が達した場合の動作（S88～S90）が、実施の形態10の図20に示す動作（S74～S76）と同様となるので、本実施形態11と動作の異なる点は、第1の電圧レベルに電圧が達した場合の動作である（S82、S87は不要）。

【0169】実施の形態12、図23は、この発明の実施の形態12を示すPWM制御装置の保護回路のブロック図である。図において、実施の形態11の図21と同一または相当部分には同じ符号を付し、説明を省略する。図における補正器64は、あらかじめ決められた期間、連続して第1の電圧レベルを超えた場合に、PWM制御器11の制御ゲインを低下させる制御ゲイン調整器ではなく、PWM制御器11に補正値を加えるものである。

【0170】本実施の形態での保護回路17の動作は、実施の形態11とほぼ同一で、異なる点は、連続してあらかじめ定められた期間、第1の電圧レベルを超えた場合に、実施の形態11での制御ゲインを低下させるのではなく、補正値を加えるよう動作する点である。本実施の形態では、図22のフローチャートにおいて、S86が、制御ゲイン低下ではなく、補正値を加えるとなる。このようにして、直流電圧を安定化して、PWM制御装置の動作を停止することなく、過電圧からPWM制御装置を保護するものである。

【0171】以上のように、補正器64を追加することによって、PWM制御器11の指令電圧値が低下するので、出力する直流電圧が低下し、従って力率改善回路の動作を停止することなく、過電圧から力率改善回路を保

護することが可能となり、信頼性の高い力率改善回路を提供することができる。

【0172】さらに、保護手段17によるスイッチ素子5の動作禁止が低減されるので、保護手段17の動作によって、歪んでしまった入力電流をより正弦波状に近づけることが可能となり、よりいっそうの力率改善に寄与する。

【0173】また、補正器64にて指令電圧値に補正を加えたが、指令電流値に補正を加えても、直流電圧値は低下するので、指令電流値に補正を加えてもなんら問題はない。

【0174】また、補正値を加えた後、負荷7が軽負荷となり、第1の電圧レベルより検出電圧値が大幅に小さくなったときに、加えた補正値を減じて、制御系の補正状態をなくしても、なんら問題はない。

【0175】さらに、接続されている負荷量に応じて第1の電圧レベルを変化させても、なんら問題はない。

【0176】さらに、必要最低限の直流電圧値での動作になるので、モータを駆動するインバータが負荷の場合、モータを高効率運転でき、かつ、PWM制御装置も高効率にて動作させることができる。

【0177】実施の形態13。実施の形態13は、実施の形態9におけるPWM制御器11がPI制御部を備えている場合に、ゲインを変化させる具体的な方法を示すものである。

【0178】保護回路17の構成は、実施の形態9の図17と同じであり、図24は、PWM制御器11のPI制御部を示す制御ブロック図である。図において、直流電圧を制御するための電圧のPI制御と入力電流を制御するためにPI制御の2つの制御ブロックからなる。

【0179】まず、PI制御を用いた場合の力率改善回路の制御について説明する。図15における直流電圧検出器9にて検出された直流電圧値と入力電流検出器8にて検出された入力電流値、および、位相検出器10で検出された位相と同位相のsinカーブが図24に使用される。

【0180】図24における電圧のPI制御であるが、まず、PWM制御器11に格納されている目標とする直流電圧指令値と直流電圧検出値との差分が算出され、算出した差分を電圧の比例ゲイン $Kv1$ と乗算した値が比例項となる。また算出された差分を電圧の積分ゲイン値 $Kv2$ と乗算し、その値と前回までの乗算値の加算値とを加算した値が積分項となる。この比例項と積分項を加算した値がPI制御の制御出力値であり、以上のような制御出力値によって制御することがPI制御であることは、一般的に知られてる。

【0181】ここで、電圧のPI制御での出力値は、掛け算器にて、 $\sin \theta$ と掛け算される。この掛け算器の出力結果が、目標とする電流の指令値となる。このsinカーブは、交流電源1の電圧位相を検出する位相検出

器10によって、電圧位相と同位相のsinカーブとなる。

【0182】この掛け算器にて出力される電流指令値と入力電流検出器8にて検出された入力電流検出値とが電流のPI制御で使用される。電流のPI制御も電圧のPI制御と同様に、電流指令値と電流検出値との差分から図24に示すとおり、比例成分と積分成分が算出され、それらの和から、スイッチ素子5をPWM制御するPWM出力値を得る。このPWM出力値は、図17におけるドライバー12に入力され、スイッチ素子5を動作させる。

【0183】ここでの動作は、図18のフローチャートと同様であり、PWM制御器11の制御ゲインを低下させる(S63)方法であるが、前述のとおり、制御ゲインを5%程度低下させる。ここで、図24に示した制御ゲイン値は、 $Kv1$ 、 $Kv2$ 、 $Ki1$ 、 $Ki2$ と4個あり、少なくとも1つ以上のゲイン値を低下させる。

【0184】すなわち、低下させることが可能な制御ゲイン値が2個以上ある場合、どちらか一方または両方とも低下させるものである。

【0185】また、低下させる制御ゲインは、図24に示すとおり電圧のPI制御と電流のPI制御のゲイン値があるが、どちらか一方または両方の制御ゲイン値を低下させてもよい。

【0186】また、PゲインおよびIゲインの少なくとも一方を低下させてもよいが、Pゲインのほうが即効性が高いので、Pゲインを下げるほうが、ゲイン低下の効果が現れるのが早い。

【0187】さらに、本実施の形態13では、実施の形態9に適用して説明したが、制御ゲイン調整器を含む実施の形態ならば、どの実施の形態に適用しても、同様な効果があることはいうまでもない。

【0188】以上のように、制御ゲインを調節することによって、目標とする電圧値に応じた制御ゲインへ変更可能となり、直流電圧のリップルが低減できるので直流電圧検出器9にて検出される直流電圧も第1の電圧レベルを超えなくなり、また、保護手段17にてスイッチ素子5の動作を停止させなくなるので、発明の実施の形態8で説明した技術よりも、制御系が安定し、より安定した直流電圧を負荷7へ供給可能となる。

【0189】さらに、保護手段17によるスイッチ素子5の動作禁止がなくなるので、保護手段17の動作によって、歪んでしまった入力電流をより正弦波状に近づけることが可能となり、よりいっそうの力率改善に寄与する。

【0190】また、制御ゲインを低下させた後、負荷7が軽負荷となり、その結果、第1の電圧レベルより検出電圧値が大幅に小さくなったときに、制御ゲインを上昇させて、制御系の応答性を早めても、なんら問題はない。

【0191】さらに、接続されている負荷量に応じて第1の電圧レベルを変化させても、なんら問題はない。

【0192】さらに、図24に示すPI制御にて構成されるPWM制御器11に、補正値を加える場合の制御ブロック図を図25に示す。図25には、電圧の指令値に補正を加える構成をとっているが、電流の指令値に補正値を加えるような構成にしても同様な効果があることはいうまでもない。

【0193】実施の形態14. 図26、図27はこの発明の実施形態14を示すPWM制御装置の電源回路およびその保護回路のブロック図である。図において、実施の形態9の図17と同一または相当部分には同じ符号を付し、説明を省略する。図における負荷量調節器65は、第1の電圧レベルを超えた場合に、PWM制御装置が接続している負荷へ負荷量を増加するような信号を出力するものである。

【0194】次にPWM制御装置の直流電圧と、PWM制御装置に使用されている平滑コンデンサ4への充電、放電の様子について説明する。PWM制御装置に接続されている負荷7は、PWM制御装置が動作していれば、必要とする電力を平滑コンデンサ4から供給されることになる。それは、PWM制御装置が昇圧動作をしているので、交流電源1から平滑コンデンサ4へ充電できないためである。

【0195】従来の技術でも述べたように、昇圧する直流電圧、言い換えれば、平滑コンデンサ4への充電は、リアクトル3に貯えられたエネルギーによって行われるのである。そのため、平滑コンデンサ4へ貯えられる電力と負荷7にて消費される電力とが平衡状態になる直流電圧で、PWM制御装置は安定することになる。

【0196】PWM制御装置の直流電圧の制御は、リアクトル3に貯えられるエネルギー量を制御することによって、直流電圧を任意の値に制御している。ここで、PWM制御装置の負荷7の負荷量が急激に減少した場合、エネルギー量が制御系の応答についてこず、平滑コンデンサ4の充放電の電力は、不平衡状態となる。そのため、直流電圧が任意の値に制御しきれずに高電圧となってしまうが、時間経過とともに、エネルギー量が平衡状態となって、PWM制御装置は安定状態になる。

【0197】しかしながら、高電圧になる際に、スイッチ素子5もしくは平滑コンデンサ4の耐圧以上のレベルにまで直流電圧が上昇する場合、PWM制御装置を保護する必要がある。この場合、リアクトル3から平滑コンデンサ4へのエネルギー供給を停止することは、回路構成を変更しない限り不可能であるため、スイッチ素子5の動作を停止して、リアクトル3へのエネルギーの供給を停止して、PWM制御装置からエネルギーを放出してしまうか、または、スイッチ素子5の動作は停止せず、平滑コンデンサ4のエネルギーを必要以上に放出してしまうかのいずれかの方法にて過電圧から回避しなければ

ならない。

【0198】スイッチ素子5の動作停止を限りなく少なくして、過電圧から回避する方法は、前述までの実施の形態にて述べたとおりで実現可能である。本実施の形態では、平滑コンデンサ4から必要以上にエネルギーを放出し、平滑コンデンサ4の両端電圧を放電することによって直流電圧を低下させる方法について述べる。

【0199】図26の動作を説明する。直流電圧検出器9にて検出された直流電圧値と電圧レベル設定器61にて設定された第1の電圧レベルとを比較器14にて比較する。第1の電圧レベルより検出された直流電圧値のほうが高い場合、負荷量調節器65にて負荷7へ負荷量を増加するように出力する。

【0200】平滑コンデンサ4からエネルギーを放出するには、負荷7にて消費する以外に方法はない。そこで、直流電圧値が、目標とする値よりも高い場合、負荷量を増加することによって、平滑コンデンサ4に貯えられている電荷を放出して、直流電圧を放電して、直流電圧値を低下させ、PWM制御装置を保護するものである。

【0201】また、第1の電圧レベルを超えた後、負荷7の負荷量を増加して過電圧から回路を保護しようとするが、負荷量を増加させても直流電圧が低下しない場合、直流電圧は、スイッチ素子5の動作が停止していないため、リアクトル3へエネルギーは供給され続けているので、いずれ第2の電圧レベルを超える。

【0202】第2の電圧レベルを超えた場合、比較器14から信号が出力されて、動作遮断器51の信号にて、ドライバー12はスイッチ素子5を停止させる。PWM制御器11からスイッチ素子5の動作信号が停止した後、遮断解除器16から動作遮断を解除する信号が出力される。

【0203】この一連の動作は、実施の形態9の図18のフローチャートのS14～S16の動作と同一である。

【0204】また、負荷7の負荷量を増加して、平滑コンデンサ4から放電する現実的な方法であるが、負荷7として、例えば、モータ負荷を駆動するインバータなど、電子的に負荷量を制御可能な負荷であれば、実現可能である。

【0205】図27は、負荷7としてモータ負荷23を伴ったインバータ25が接続されている場合のブロック図である。インバータ25のインバータ制御器21は、負荷量調節器65の出力信号を受け、インバータ25に接続されているモータ負荷23を増加させるように動作する。

【0206】インバータ制御器21での負荷量の増加方法であるが、例えば、モータ負荷23として3相のDCブラシレスモータが接続されている場合、インバータ制御器21はモータ負荷23を動作させるためにモータ負



荷23の巻線に印加する3相分の電圧と周波数を制御している。さらに、モータ負荷23へ印加させる電圧は3相分あり、各相毎の通電位相をもインバータは制御している。

【0207】この切り換える通電位相の角度をインバータ制御器21は制御しているが、この通電位相角を遅らせることによって、モータ負荷23は、負荷量が増加する。これは、通電位相角を遅らせると、モータの効率が低下するため、モータ負荷23の負荷が一定であれば、一定の電力を出力するので、効率が低下すると、モータ負荷23の入力電力が増加する。言い換えれば、インバータ25の出力電力が増加するのである。

【0208】インバータ25の出力電力が増加するので、PWM制御装置の負荷量が増加したことになり、負荷量が増加したことによって、直流電圧が放電され、過電圧からPWM制御装置を保護することが可能となる。

【0209】以上のようにして、第1の電圧レベルを検出した直流電圧が超えた場合、PWM制御装置に接続している負荷の負荷量を増加させることによって、直流電圧を放電し、PWM制御装置の動作を停止することなく、過電圧からPWM制御装置を保護することが可能となり、信頼性の高いPWM制御装置を提供することができる。

【0210】さらに、必要最低限の直流電圧値での動作になるので、モータを駆動するインバータが負荷の場合、モータを高効率運転でき、かつ、PWM制御装置も高効率にて動作させることができる。

【0211】また、直流電圧を放電した後、PWM制御装置に接続している負荷の負荷量を第1の電圧レベルに達して負荷量を増加する以前の負荷量に戻しても、PWM制御装置のエネルギー量は、出力量に応じた入力量に制御可能となるので、負荷量を元の状態に戻しても問題がないことはいうまでもない。

【0212】さらに、例えば、電子制御しているインバータが負荷7の場合、負荷量調整器65から負荷量増加の信号がなくなった場合、インバータ制御器21は、本来制御すべき負荷状態へ自動復帰するので、PWM制御装置より復帰するための信号を送らなくてもよい。

【0213】さらに、本実施の形態に述べたインバータ負荷の場合に、通電位相角を遅らせることによって負荷量を増加させたが、モータ負荷の回転数を増加して負荷量を増加させても放電しても同様な効果があることはいうまでもない。

【0214】さらに、本実施の形態に述べたインバータ負荷の場合に、通電位相角を遅らせることによって負荷量を増加させたが、モータ負荷への印加電圧を増加して負荷量を増加させて放電しても同様な効果があることはいうまでもない。

【0215】実施の形態15. 図28は、この発明の実施形態15を示すPWM制御装置の電源回路およびその

保護回路のブロック図である。図において、実施の形態14の図27と同一または相当部分には同じ符号を付し、説明を省略する。図において、15は比較器14での結果によりスイッチ素子5の動作を遮断させる動作遮断器であり、これは、実施の形態8の図15と同一のものである。

【0216】次に、図28における動作を説明する。第1の電圧レベルと検出された直流電圧値を比較するのは、実施の形態14と同一である。検出された直流電圧値が第1の電圧レベルを超えた場合、負荷量調整器65は負荷として接続しているインバータ25での負荷量を増加させるように信号を出力する。それと同時に、動作遮断器15は、そのキャリア内のスイッチ素子5の動作を遮断する。また、検出された直流電圧値が第2の電圧レベルを超えた場合、スイッチ素子5を動作しないよう停止させる。これらは、実施の形態8と同一の動作である。

【0217】以上のように、スイッチ素子5の動作を遮断しつつ、直流電圧を放電することによって、よりいっそう、直流電圧を低下させることが可能となる。その結果、PWM制御装置の動作を停止することなく、PWM制御装置を過電圧から保護でき、かつ、実施の形態8で述べた方式よりも迅速に過電圧から回避可能となるので、よりいっそう信頼性の高いPWM制御装置を提供できる。

【0218】さらに、必要最低限の直流電圧値での動作になるので、モータを駆動するインバータが負荷の場合、モータを高効率運転でき、かつ、PWM制御装置も高効率にて動作させることができる。

【0219】また、実施の形態9から13で述べた保護方法と実施の形態14で述べた放電方法とを組み合わせる実施したとしても、本実施の形態15と同様な効果があることはいうまでもない。

【0220】実施の形態16. 本実施の形態は、実施の形態1における図1に示したリアクトル3を過電流が発生しにくい構成とし、電流レベル設定器13等の機能を変えたものである。図29は、この発明の実施の形態16を示すPWM制御装置の保護回路のブロック図、図30は入力電圧と電流の波形図、図31はリアクトルの斜視図、図32は図31の組合わせを示す図、33はリアクトルの枠状コア平面図である。図29において、実施の形態1の図1と同一または相当部分には同じ符号を付し、説明を省略する。66は一定の電流レベルを設定する電流レベル設定器、67はPWM制御をしている電源回路のスイッチ素子5を保護する保護回路である。

【0221】図31、32において、71は横枠コア、72は縦枠コア、71aは薄厚のコア材、73はギャップ、74は巻線である。図に示すように、直方体の横枠コア71、縦枠コア72を各々2ヶずつ組み合わせることによってリアクトルの枠状コア75を形成し、横枠コ

ア71、縦枠コア72の4箇所の接続部分にギャップ72を設ける。この接続部は、例えば、一定の厚さの非磁性体のシート（図示せず）を接続部に挿入してギャップ72を設け、接続部の固定は、コの字形の固定板（図示せず）で、横枠コア71と縦枠コア72の接続部を覆ってかしめて固定する。

【0222】次に、動作について説明する。力率改善回路においては、まず、スイッチ素子5をオフ・オフすることにより、リアクトル3に貯えられるエネルギーが変化し、リアクトル3に貯えられているエネルギー量に応じた電圧がリアクトル3の両端に発生し、交流電源1の電圧とリアクトル3の両端電圧の加算値が平滑コンデンサ4に充電される。そして、PWM制御器11は、入力電流の正弦波の振幅値を変化させることによって、入力電流を正弦波状にし、直流電圧を任意の値に制御するようにスイッチ素子5をPWM制御する。

【0223】リアクトル3は、昇圧に寄与し、かつ、電流を平滑する役目を持っており、電流容量が大きくなればなるほど、インダクタンス値の小さいものとなる。そして、インダクタンス値が小さくなると、リアクトル3は、飽和しやすくなる。リアクトル3が飽和した場合、リアクトル3として機能しなくなり、抵抗と同等な負荷となってしまう。

【0224】このリアクトル3の飽和している時に、スイッチ素子5をオンすると、抵抗と化したリアクトル3で、電源短絡している状態と同じなので、図30(a)に示す入力電圧に対し、図30(b)に示すような急峻で大きな電流が回路上を流れる。そして、リアクトル3が飽和状態から脱すると、通常動作と変わらない動作へ戻る。

【0225】保護回路67は、この過電流からスイッチ素子5を保護するのであるが、実施の形態1の保護回路17の電流設定器13では、第1、第2の電流レベルを設定した。第2の電流レベルは、スイッチ素子5が破損しない最大電流値を設定し、スイッチ素子5が破損することから保護するものである。そして、第1の電流レベルは、第2の電流レベルよりも低く、負荷の最大定格電流値よりも多少大きい値を設定し、スイッチ素子5が破損するレベルに達する前に、一時的に過大電流から回路全体を保護するものであり、また、リアクトル3が飽和状態となった場合に、スイッチ素子5がオンすることを防ぎ、かつ、力率改善回路の動作を停止させないように設定するものである。

【0226】前述のように、リアクトル3が飽和して突発的な過電流が力率改善回路に流れ、スイッチ素子5が破損しない最大電流値（実施の形態1の第2の電流レベル）を超えた場合、スイッチ素子5の動作が停止してしまい、直流電圧が低下してしまう。そこで、本実施の形態では、図31に示すような構成としてリアクトル3の飽和による突発的な過電流が発生しないようにし、過電

流を防ぐものである。従って、本実施の形態の保護回路67においては、電流レベル設定器66は実施の形態1の第1の電流レベルは設定せず、第2の電流レベルに相当するスイッチ素子5が破損しない最大電流値を一定の電流レベルとして設定した。

【0227】図31に示したリアクトルの構成により、設けられた各々のギャップ73の全ギャップ量が大きく、リアクトル3の直流重量特性が向上し、突発的な過電流を抑制するのであるが、リアクトル3の枠状コア75の接続部分は4箇所であるが、リアクトルの枠状コア75全ギャップ量は、ギャップ73の1ヶあたりのギャップ量とギャップ73の個数との総量となり、ギャップ73の数が多いほど、1ヶあたりのギャップ量は小さくてすむ。ギャップ量が小さいと、ギャップ量の誤差も小さくなり、リアクトルの性能のばらつきを小さくできる。

【0228】しかし、従来例の図48に示したようなU字形のコア76を2ヶ組み合わせるようなリアクトルでは、ギャップ73が2ヶ所のため、本実施の形態のリアクトルに対し1ヶあたりのギャップ量は倍になり、ギャップ量のばらつきが大きくなる。

【0229】なお、横枠コア71、縦枠コア72は、薄厚のコア材71aを積み重ねて積層化して構成し、横枠コア71、縦枠コア72は各々2ヶずつ組み合わせることによってリアクトルの枠状コア75を構成しているが、積層した方向の組み合わせであり、図31および図32では積層が見える面を接続面になっている。しかし、1枚の薄厚のコア材の面を接続面となるような図34に示す構成でもよい。しかし、図34に示すような組み合わせの場合、磁気抵抗が大きくなるので図31および図32に示すような組み合わせ方法が望ましい。

【0230】また、薄厚のコア材71aを積層化することによって、横枠コア71、縦枠コア72で発生する渦電流を抑制する。この渦電流は薄厚のコア材71aの内部で発生するため、コア材71aは薄ければ薄いほど渦電流の発生量は少なくなる。そこで、0.2mmの板厚のコア材よりも薄い板厚のコア材であれば、渦電流の発生は非常に少なくなり、渦電流によるリアクトルでの損失が減少するので、リアクトルでの発熱が抑制できる。発熱によるリアクトルの性能劣化が減少することによって、突発的な過電流を防ぐことが可能となる。特に、力率改善回路の用途の場合、高周波電流が流れるため、渦電流が発生しやすく、薄厚コア材71aにて抑制する必要がある。

【0231】さらに、力率改善回路用途のリアクトルの横枠コア71、縦枠コア72では、高周波電流による渦電流のため、低周波用途のものより損失が大きくなる傾向があるので、できる限り損失を抑え発熱を抑制する必要がある。そのため、透磁率の高いコア材71aを用い、横枠コア71、縦枠コア72中での磁界を無視でき

るような磁気回路を構成する必要がある。

【0232】また、薄厚のコア材として、磁束通過における磁気抵抗が磁束の通過する方向によって変化するような方向性の性質をもつ磁性体を用いた場合、磁束の流れる向きを考慮して図32に示すように横枠コア71、縦枠コア72を配置し、リアクトルを構成する。薄厚のコア材71aの方向性の向きを一方に合せて積層し、横枠コア71、縦枠コア72の長辺方向へ流れやすくなるように横枠コア71、縦枠コア72を構成する。このように構成された横枠コア71、縦枠コア72を組み合わせた場合、磁束の流れやすい方向は周回するように配置される。

【0233】ここで、方向性を持たない性質のコア材を薄厚のコア材71aとして使用しても問題がないことはいうまでもない。

【0234】さらに図33において、横枠コア71、縦枠コア72は同一寸法aのものを組み合わせており、それらを組合わせたリアクトルにおいて長辺に巻線74を施してある。横枠コア71、縦枠コア72の形状は、同一寸法でなくとも問題がないことはいうまでもないが、締め付け加工する上で、対辺となるコア2組は、同一寸法となるのが望ましい。さらに、横枠コア71、縦枠コア72を製造する上で、同一寸法となった方が大量生産しやすい。

【0235】以上のように構成したリアクトルは、使用する鉄心を有効に利用し、従来のものよりも小型で高性能、低損失とすることができ、また、リアクトルの性能ばらつきも小さくなり、より信頼度が高く、突発的な過電流から保護することができる。そのため、一時的なスイッチ素子5の動作遮断を行うための第1の電流レベルを設定しなくとも、過電流によるPWM制御装置の運転停止を回避でき、PWM制御装置の信頼性も向上することができる。さらに、ギャップを巻線内部に挿入しない構造のため、組立時のギャップのばらつきを目視確認でき、ばらつきを少なくすることができる。

【0236】なお、本実施の形態では、PWMに流れる電流検出する電流検出器と、一定の電流レベルに設定する電流レベル設定器と、この電流レベル設定器により設定された一定の電流レベルと前記電流検出器により検出された電流値とを比較する比較器と、前記検出された電流値が前記一定の電流レベル以上のときに、前記PWM制御器の前記スイッチ素子の動作停止を持続する動作遮断器とを備えたものを示したが、電流に代え電圧としてもよい。

【0237】実施の形態17。図35は、本発明の実施の形態2を示すリアクトルの枠状コア75の上面図である。ここで、実施の形態16の図33では横枠コア71、縦枠コア72の寸法が同一であるが、図35では横枠コアの長さをa、横枠コアの接合面の直交方向の厚さをbとしたときに、縦枠コアの長さをa-2bとし、上

方より見てリアクトルが正方形となるようにした。

【0238】図35のように構成する場合は、図33に示されるものと同一性能を持つようにするには、縦枠コア72の寸法が小さくなった分、厚さを大きくする必要がある。従って、図33のように構成した場合は、薄型のスリムな形状のリアクトルとなり、図35のように構成した場合、図31のように構成されたリアクトルよりも立方体に近くなる。

【0239】どちらにしても、性能的には等価になるが、容量的に図35のように構成した方が小さくなる場合がある。リアクトルの仕様によって変化するため、仕様に応じた形状にすることで、より高性能なリアクトルをさらに小型化でき安価なリアクトルにて突発的な過電流を抑制することができる。

【0240】以上のように、リアクトルを小型化でき、安価なリアクトルにて突発的な過電流を抑制することができ、一時的なスイッチ素子5の動作遮断を行うための第1の電流レベルを設定しなくとも、過電流によるPWM制御装置の運転停止を回避でき、PWM制御装置の信頼性も向上することができる。

【0241】実施の形態18。本実施の形態では、巻線の巻き方に関するものであり、図36は実施の形態3を示すリアクトルの直列巻線を示す上面図、図37はリアクトルの並列巻線を示す上面図、図38はリアクトルの巻線方法を示す回路図である。巻線は、例えば、枠状コア75の対辺である縦枠コア72の各々に巻線を施す。これは、横枠コア71、縦枠コア72を有効に利用するため、隣り合った横枠コア71と縦枠コア72で巻線74を施すと巻線の重なり部分において巻線を施せなくなるからである。

【0242】図36は、縦枠コア72に対し巻線を直列に巻いた様子を示した図である。また、図37は巻線を並列に巻いたものである。ここで、巻線の巻き方が直列か並列かというのは、縦枠コア72に巻線74を施すことによってできるリアクトルを対辺に擁し、直列的にリアクトルを接続するか並列的に接続するかということである。その様子を図38に示す。

【0243】図36のように直列に巻いた場合、コア1ヶあたりの巻数が並列巻と比較して半分ですむため、巻線74を施した縦枠コア72での発生磁束が並列巻と比較して半分ですむ。枠状コア75に発生する磁束は理論上、巻数に比例するので、巻線74を施されたコア1ヶあたりでは、並列巻よりも発生磁束は半分で済み、横枠コア71、縦枠コア72での磁気飽和に対し余裕ができる。

【0244】次に、並列巻であるが、並列巻にすることによって巻線に流れる電流量が半分になり、巻線の抵抗分に依存する銅損を低減できる。ここで、巻線に流れる電流量をI、巻線での抵抗分をRとすると銅損WIは、 $W = I^2 R$ で決定する。そのため、電流量が半分になるの

で、直列巻よりも並列巻での損失は理論上、 $1/4$ に低減できる。

【0245】ここで、力率改善回路用途のリアクトルには、高周波電流が流れるため、巻線74において、表皮効果が発生し、巻線74の表面にしか電流が流れなくなる。そのため、例えば、巻線として丸線を用いた場合、電流容量に合わせた太い電線を使用するのではなく、多少細い電線を2重、3重にして巻くのが一般的である。また、丸線ではなく、電線が平たい平角線と呼ばれる電線を巻くこともある。

【0246】例えば、空気調和機に使用されている力率改善回路用途の場合、リアクトルでの損失を極力小さくする必要があり、かつ、低コストにて実現するため、丸線にて並列巻にする。

【0247】以上のように、リアクトルの仕様に合わせ、巻線の巻き方を変更することによって、更に低損失で高性能なリアクトルを得ることが可能となり、突発的な過電流からPWM制御装置を保護することができる。

【0248】実施の形態19。図39は、実施の形態4を示すリアクトルの枠状コアの分解斜視図、リアクトルの枠状コアの上面図である。実施の形態16では横枠コア71、縦枠コア72の接続面を垂直に接続していたが、図39に示すように横枠コア71、縦枠コア72の接続面を斜めに切断し、接続するものである。

【0249】このように、横枠コア71、縦枠コア72の接続面を斜めに切断し、横枠コア71、縦枠コア72を組み合わせることによって磁束を通過しやすくし、磁気抵抗を低下させるものである。この場合、ギャップ73は図40に示すように、横枠コア71、縦枠コア72間の接続面に入るのでギャップ73も斜めになる。

【0250】本実施の形態に、実施の形態17に示したようなリアクトルの枠状コア75を上方よりみて正方形とするものや、横枠コア71、縦枠コア72のを同一寸法とする技術を適用してもなんら問題はなく、同様の効果があることはいうまでもない。

【0251】また、本実施の形態に、実施の形態18に示すような巻線74の直列巻や並列巻を適用してもなんら問題はなく、同様の効果があることはいうまでもない。

【0252】以上のようにリアクトルの横枠コア71、縦枠コア72を斜めに切断し、それらを組み合わせることにより磁気抵抗が低減でき、さらに低損失なリアクトルを得ることができ、PWM制御装置の変換効率が高くなり、同一負荷量であれば、入力電流を低減できる。そのため、リアクトルの飽和による突発的な過電流が起りにくくなり、信頼性の高いPWM制御装置を保護することができる。

【0253】

【発明の効果】この発明は、以上説明したように構成されているので、以下に示すような効果を奏する。

【0254】PWM制御器からの動作信号に基づいて動作する1個のスイッチ素子を有するPWM制御装置の保護回路において、前記PWM制御装置に流れる電流を検出する電流検出器と、一定の電流レベルに設定する電流レベル設定器と、この電流レベル設定器により設定された一定の電流レベルと前記電流検出器により検出された電流値とを比較する比較器と、前記検出された電流値が前記一定の電流レベル以上のときに、前記PWM制御器のキャリアの1周期内で前記スイッチ素子の動作を停止させる動作遮断器と、前記キャリアの各周期を開始するとき毎に、前記動作遮断器の遮断を解除する遮断解除器とを備えたので、力率改善回路の動作を停止することなく、過電流から力率改善回路を保護することができ、信頼性の高い力率改善回路を提供することができる。

【0255】また、PWM制御器からの動作信号に基づいて動作する1個のスイッチ素子を有するPWM制御装置の保護回路において、前記PWM制御装置に流れる電流を検出する電流検出器と、第1の電流レベルと第2の電流レベルとに設定する電流レベル設定器と、この電流レベル設定器により設定された前記第1、第2の電流レベルと前記電流検出器により検出された電流値とを比較する比較器と、前記検出された電流値が前記第1の電流レベル以上で、前記第2の電流レベル未満のときに、前記PWM制御器のキャリアの1周期内で前記スイッチ素子の動作を停止させる動作遮断器と、前記キャリアの各周期を開始するとき毎に、前記動作遮断器の遮断を解除する遮断解除器とを備え、前記動作遮断器は、前記比較器の出力が、前記検出された電流値が前記第2の入力電流レベル以上のときに、前記遮断解除器の遮断解除を禁止するので、通常は力率改善回路の動作を停止することなく、過電流から力率改善回路を保護することができ、さらに、大きな過電流が発生しても力率改善回路を保護することができ、信頼性の高い力率改善回路を提供することができる。

【0256】さらに、動作遮断器において一定の電流レベル以上のときに、スイッチ素子の動作を停止させる遮断信号が、あらかじめ定めた期間、連続して出力されるときに、PWM制御器の制御ゲインを下げる信号を前記PWM制御器に出力する制御ゲイン調整器を備え、スイッチ素子の遮断回数を減らすので、制御系がより安定し、より安定した直流電圧を負荷へ供給することができ、さらに保護回路の動作によって、歪んでしまった入力電流を、より正弦波状に近づけることができ、力率をより一層改善することができる。

【0257】また、動作遮断器において第1の電流レベル以上で、前記第2の電流レベル未満のときに、前記スイッチ素子の動作を停止させる遮断信号が、あらかじめ定めた期間、連続して出力されるときに、PWM制御器の制御ゲインを下げる信号を前記PWM制御器に出力する制御ゲイン調整器を備え、スイッチ素子の遮断回数

10

20

30

40

50

を減らすので、制御系がより安定し、より安定した直流電圧を負荷へ供給することができる。さらに保護回路の動作によって、歪んでしまった入力電流を、より正弦波状に近づけることができ、力率をより一層改善することができる。

【0258】さらにまた、PWM制御器からの動作信号に基づいて動作する1個のスイッチ素子を有するPWM制御装置の保護回路において、前記PWM制御装置に流れる電流を検出する電流検出器と、一定の電流レベルに設定する電流レベル設定器と、この電流レベル設定器の  
10 設定値と前記電流検出器により検出された電流値とを比較する比較器と、前記検出された電流値が前記一定の電流レベル以上のときに、PWM制御器の制御ゲインを下げる制御ゲイン調整器とを備えたので、制御系が安定して、安定した直流電圧を負荷へ供給することができる。さらに、力率改善回路の動作を停止することなく、過電流から力率改善回路を保護することができ、信頼性の高い力率改善回路を提供することができる。

【0259】また、PWM制御器からの動作信号に基づいて動作する1個のスイッチ素子を有するPWM制御装置の保護回路において、前記PWM制御装置に流れる電流を検出する電流検出器と、第1の電流レベルと第2の電流レベルとに設定する電流レベル設定器と、この電流レベル設定器により設定された前記第1、第2の電流レベルと前記電流検出器により検出された電流値とを比較する比較器と、前記検出された電流値が前記第1の電流レベル以上で、前記第2の電流レベル未満のときに、P  
20 WM制御器の制御ゲインを下げる制御ゲイン調整器と、前記比較器の出力が、前記検出された電流値が前記第2の電流レベル以上のときに、スイッチ素子の動作を停止させる動作遮断器と、前記PWM制御器からの動作信号が出力されていない場合に、前記動作遮断器の遮断を解除する遮断解除器とを備えたので、制御系が安定して、安定した直流電圧を負荷へ供給することができる。さらに、力率改善回路の動作を停止することなく、過電流から力率改善回路を保護することができ、信頼性の高い力率改善回路を提供することができる。

【0260】さらに、PWM制御器からの動作信号に基づいて動作する1個のスイッチ素子を有するPWM制御装置の保護回路において、前記PWM制御装置に流れる電流を検出する電流検出器と、一定の電流レベルに設定する電流レベル設定器と、この電流レベル設定器により設定された前記一定の電流レベルと前記電流検出器により検出された電流値とを比較する比較器と、前記PWM  
40 制御装置の電源電圧の正弦波のピーク近傍のあらかじめ定められた期間において、前記検出された電流値が前記一定以上のときにPWM制御ゲインを下げる制御ゲイン調整器とを備えたので、負荷量及び流れる瞬時電流値に応じた制御ゲインを設定でき、それによって、制御系を安定にし、力率を更に向上させることができる。さら

に、ピーク電流を抑え、力率改善回路の動作を停止することなく過電流を防ぐことができ、信頼性の高い力率改善回路を提供することができる。

【0261】また、PWM制御器からの動作信号に基づいて動作する1個のスイッチ素子を有するPWM制御装置の保護回路において、前記PWM制御装置に流れる電流を検出する電流検出器と、第1の電流レベルと第2の電流レベルとに設定する電流レベル設定器と、この電流レベル設定器により設定された前記第1、第2の電流レベルと前記電流検出器により検出された電流値とを比較する比較器と、前記PWM制御装置の電源電圧の正弦波のピーク近傍のあらかじめ定められた期間において、前記検出された電流値が前記第1の電流レベル以上で、前記第2の電流レベル未満のときにPWM制御器の制御ゲインを下げる制御ゲイン調整器と、前記比較器の出力が、前記検出された電流値が前記第2の入力電流レベル以上のときに、スイッチ素子の動作を停止させる動作遮断器と、前記動作遮断器の遮断を解除する遮断解除器とを備えたので、負荷量及び流れる瞬時電流値に応じた制  
20 御ゲインを設定でき、それによって、制御系を安定にし、力率を更に向上させることができる。さらに、ピーク電流を抑え、力率改善回路の動作を停止することなく過電流を防ぐことができ、信頼性の高い力率改善回路を提供することができる。

【0262】さらにまた、PWM制御器は、スイッチ素子をPWM制御するPI制御部を備え、制御ゲイン調整器はPI制御部のPゲインまたはIゲインの少なくとも一方を低下させる信号を出力するもので、制御系の処理負荷が低減され、S/Wが小さくなり、よりコストを低減することができる。

【0263】PWM制御器は、スイッチ素子をPWM制御するPWM出力値を出力する電圧PI制御部と電流PI制御部とを備え、制御ゲイン調整器は電圧PI制御部または電流PI制御部の少なくとも一方を低下させる信号を出力するので、制御系の処理負荷が低減され、S/Wが小さくなり、よりコストを低減することができる。

【0264】また、PWM制御器からの動作信号に基づいて動作する1個のスイッチ素子を有するPWM制御装置の保護回路において、前記PWM制御装置に流れる電流を検出する電流検出器と、一定の電流レベルに設定する電流レベル設定器と、この電流レベル設定器により設定された前記一定の電流レベルと前記電流検出器により検出された電流値とを比較する比較器と、前記検出された電流値が前記一定の電流レベル以上のときに、PWM制御器の指令電流値または指令電圧値を下げるように補正値を加える補正器とを備えたので、力率改善回路の動作を停止することなく、過電流から力率改善回路を保護することができ、信頼性の高い力率改善回路を提供することができる。

【0265】さらに、PWM制御器からの動作信号に基

づいて動作する1個のスイッチ素子を有するPWM制御装置の保護回路において、前記PWM制御装置に流れる電流を検出する電流検出器と、第1の電流レベルと第2の電流レベルとに設定する電流レベル設定器と、この電流レベル設定器により設定された前記第1、第2の電流レベルと前記電流検出器により検出された電流値とを比較する比較器と、前記検出された電流値が前記第1の電流レベル以上で、前記第2の電流レベル未満のときに、PWM制御器の指令電流値または指令電圧値を下げるように補正値を加える補正器と、前記比較器の出力が、前記検出された電流値が前記第2の入力電流レベル以上のときに、スイッチ素子の動作を停止させる動作遮断器と、前記PWM制御器からの動作信号が出力されていない場合に、前記動作遮断器の遮断を解除する遮断解除器とを備えたので、通常は力率改善回路の動作を停止することなく、過電流から力率改善回路を保護することができ、さらに、大きな過電流が発生しても力率改善回路を保護することができ、信頼性の高い力率改善回路を提供することができる。

【0266】また、PWM制御器からの動作信号に基づいて動作する1個のスイッチ素子を有するPWM制御装置の保護回路において、前記PWM制御装置から出力される電圧を検出する電圧検出器と、一定の電圧レベルに設定する電圧レベル設定器と、この電圧レベル設定器により設定された一定の電圧レベルと前記電圧検出器により検出された電圧値とを比較する比較器と、前記検出された電圧値が前記一定の電圧レベル以上のときに、前記PWM制御器のキャリアの1周期内で前記スイッチ素子の動作を停止させる動作遮断器と、前記キャリアの各周期を開始するとき毎に、前記動作遮断器の遮断を解除する遮断解除器とを備えたので、力率改善回路の動作を停止することなく、過電圧から力率改善回路を保護することが可能となり、信頼性の高い力率改善回路を提供することが可能となる。また、必要最低限の直流電圧値での動作になるので、モータを駆動するインバータが負荷の場合、モータを高効率運転でき、かつ、PWM制御装置も高効率にて動作させることができる。

【0267】さらにまた、PWM制御器からの動作信号に基づいて動作する1個のスイッチ素子を有するPWM制御装置の保護回路において、前記PWM制御装置から出力される電圧を検出する電圧検出器と、第1の電圧レベルと第2の電圧レベルとに設定する電圧レベル設定器と、この電圧レベル設定器により設定された前記第1、第2の電圧レベルと前記電圧検出器により検出された電圧値とを比較する比較器と、前記検出された電圧値が前記第1の電圧レベル以上で、前記第2の電圧レベル未満のときに、前記PWM制御器のキャリアの1周期内で前記スイッチ素子の動作を停止させる動作遮断器と、前記キャリアの各周期を開始するとき毎に、前記動作遮断器の遮断を解除する遮断解除器とを備え、前記動作遮断器

は、前記比較器の出力が、前記検出された電圧値が前記第2の入力電圧レベル以上のときに、前記遮断解除器の遮断解除を禁止するので、通常は力率改善回路の動作を停止することなく、過電圧から力率改善回路を保護することができ、さらに大きな過電流が発生しても力率改善回路を保護することができ、信頼性の高い力率改善回路を提供することが可能となる。また、必要最低限の直流電圧値での動作になるので、モータを駆動するインバータが負荷の場合、モータを高効率運転でき、かつ、PWM制御装置も高効率にて動作させることができる。

【0268】また、PWM制御器からの動作信号に基づいて動作する1個のスイッチ素子を有するPWM制御装置の保護回路において、前記PWM制御装置から出力される電圧を検出する電圧検出器と、一定の電圧レベルに設定する電圧レベル設定器と、この電圧レベル設定器の設定値と前記電圧検出器により検出された電圧値とを比較する比較器と、前記検出された電圧値が前記一定の電圧レベル以上のときに、PWM制御器の制御ゲインを下げる制御ゲイン調整器とを備えたので、出力する直流電圧が安定して電圧リップルが低下して、制御系が安定するので、力率改善回路の動作を停止することなく、過電圧から力率改善回路を保護することが可能となり、信頼性の高い力率改善回路を提供することができる。また、必要最低限の直流電圧値での動作になるので、モータを駆動するインバータが負荷の場合、モータを高効率運転でき、かつ、PWM制御装置も高効率にて動作させることができる。

【0269】さらに、PWM制御器からの動作信号に基づいて動作する1個のスイッチ素子を有するPWM制御装置の保護回路において、前記PWM制御装置から出力される電圧を検出する電圧検出器と、第1の電圧レベルと第2の電圧レベルとに設定する電圧レベル設定器と、この電圧レベル設定器により設定された前記第1、第2の電圧レベルと前記電圧検出器により検出された電圧値とを比較する比較器と、前記検出された電圧値が前記第1の電圧レベル以上で、前記第2の電圧レベル未満のときに、PWM制御器の制御ゲインを下げる制御ゲイン調整器と、前記比較器の出力が、前記検出された電圧値が前記第2の電圧レベル以上のときに、スイッチ素子の動作を停止させる動作遮断器と、前記PWM制御器からの動作信号が出力されていない場合に、前記動作遮断器の遮断を解除する遮断解除器とを備えたので、出力する直流電圧が安定して電圧リップルが低下して、制御系が安定するので、力率改善回路の動作を停止することなく、過電圧から力率改善回路を保護することが可能となり、信頼性の高い力率改善回路を提供することができる。また、必要最低限の直流電圧値での動作になるので、モータを駆動するインバータが負荷の場合、モータを高効率運転でき、かつ、PWM制御装置も高効率にて動作させることができる。

10

20

30

40

50

【0270】また、PWM制御器からの動作信号に基づいて動作する1個のスイッチ素子を有するPWM制御装置の保護回路において、前記PWM制御装置に流れる電圧を検出する電圧検出器と、一定の電圧レベルを設定する電圧レベル設定器と、この電圧レベル設定器により設定された前記一定の電圧レベルと前記電圧検出器により検出された電圧値とを比較する比較器と、前記検出された電圧値が前記一定の電圧レベル以上のときに、PWM制御器の指令電圧値または指令電圧値を下げるように補正値を加える補正器とを備えたので、力率改善回路の動作を停止することなく、過電圧から力率改善回路を保護することができ、信頼性の高い力率改善回路を提供することができる。また、必要最低限の直流電圧値での動作になるので、モータを駆動するインバータが負荷の場合、モータを高効率運転でき、かつ、PWM制御装置も高効率にて動作させることができる。

【0271】さらにまた、PWM制御器からの動作信号に基づいて動作する1個のスイッチ素子を有するPWM制御装置の保護回路において、前記PWM制御装置に流れる電圧を検出する電圧検出器と、第1の電圧レベルと第2の電圧レベルとに設定する電圧レベル設定器と、この電圧レベル設定器により設定された前記第1、第2の電圧レベルと前記電圧検出器により検出された電圧値とを比較する比較器と、前記検出された電圧値が前記第1の電圧レベル以上で、前記第2の電圧レベル未満のときに、PWM制御器の指令電圧値または指令電圧値を下げるように補正値を加える補正器と、前記比較器の出力が、前記検出された電圧値が前記第2の入力電圧レベル以上のときに、スイッチ素子の動作を停止させる動作遮断器と、前記PWM制御器からの動作信号が出力されていない場合に、前記動作遮断器の遮断を解除する遮断解除器とを備えたので、通常は力率改善回路の動作を停止することなく、過電圧から力率改善回路を保護することができ、さらに、大きな過電圧が発生しても力率改善回路を保護することができ、信頼性の高い力率改善回路を提供することができる。また、必要最低限の直流電圧値での動作になるので、モータを駆動するインバータが負荷の場合、モータを高効率運転でき、かつ、PWM制御装置も高効率にて動作させることができる。

【0272】また、動作遮断器において一定の電圧レベル以上のときに、前記スイッチ素子の動作を停止させる遮断信号が、あらかじめ定められた期間、連続して出力されたときに、PWM制御器の制御ゲインを下げる信号を前記PWM制御器に出力する制御ゲイン調整器を備え、スイッチ素子の遮断回数を減らすので、目標とする電圧値に応じた制御ゲインへ変更可能となり、直流電圧のリップルが低下し、制御系がより安定するため、より安定した直流電圧が供給可能となる。それにより、歪んでしまった入力電流をより正弦波状に近づけることが可能となり、力率をより改善することができる。また、必

要最低限の直流電圧値での動作になるので、モータを駆動するインバータが負荷の場合、モータを高効率運転でき、かつ、PWM制御装置も高効率にて動作させることができる。

【0273】さらに、動作遮断器において第1の電圧レベル以上で第2の電圧レベル未満のときに、前記スイッチ素子の動作を停止させる遮断信号が、あらかじめ定められた期間、連続して出力されたときに、PWM制御器の制御ゲインを下げる信号を前記PWM制御器に出力する制御ゲイン調整器を備え、スイッチ素子の遮断回数を減らすので、目標とする電圧値に応じた制御ゲインへ変更可能となり、直流電圧のリップルが低下し、制御系がより安定するため、より安定した直流電圧が供給可能となる。それにより、歪んでしまった入力電流をより正弦波状に近づけることが可能となり、力率をより改善することができる。また、必要最低限の直流電圧値での動作になるので、モータを駆動するインバータが負荷の場合、モータを高効率運転でき、かつ、PWM制御装置も高効率にて動作させることができる。

【0274】また、動作遮断器において一定の電圧レベル以上のときに、前記スイッチ素子の動作を停止させる遮断信号もしくは制御ゲインを下げる制御ゲイン調節信号が、あらかじめ定められた期間、連続して出力されたときに、PWM制御器の指令電圧値もしくは指令電流値を下げるように補正値を前記PWM制御器に出力する補正器を備え、スイッチ素子の遮断回数を減らすので、直流電圧のリップルが低下し、制御系がより安定するため、より安定した直流電圧を供給可能となる。それにより、スイッチ素子5の動作禁止の回数が減り、歪んでしまった入力電流をより正弦波状に近づけることが可能となり、力率をより改善することができる。また、必要最低限の直流電圧値での動作になるので、モータを駆動するインバータが負荷の場合、モータを高効率運転でき、かつ、PWM制御装置も高効率にて動作させることができる。

【0275】さらにまた、動作遮断器において第1の電圧レベル以上で、第2の電圧レベル未満のときに、前記スイッチ素子の動作を停止させる遮断信号もしくは制御ゲインを下げる制御ゲイン調節信号が、あらかじめ定められた期間、連続して出力されたときに、PWM制御器の指令電圧値もしくは指令電流値を下げるように補正値を前記PWM制御器に出力する補正器を備え、スイッチ素子の遮断回数を減らすので、直流電圧のリップルが低下し、制御系がより安定するため、より安定した直流電圧を供給可能となる。それにより、スイッチ素子5の動作禁止の回数が減り、歪んでしまった入力電流をより正弦波状に近づけることが可能となり、力率をより改善することができる。また、必要最低限の直流電圧値での動作になるので、モータを駆動するインバータが負荷の場合、モータを高効率運転でき、かつ、PWM制御装置

10

20

30

40

50

も高効率にて動作させることができる。

【0276】また、PWM制御器は、スイッチ素子をPWM制御するPI制御部を備え、制御ゲイン調節器は、PI制御部のPゲインまたはIゲインの少なくとも一方を低下させる信号を出力するので、目標とする電圧値に応じた制御ゲインへ変更可能となり、また、S/Wでの処理負荷が低減されるので、よりコストを低減することができる。

【0277】さらに、PWM制御器は、スイッチ素子をPWM制御するPWM出力値を出力する電圧PI制御部と電流PI制御部とを備え、制御ゲイン調節器は電圧PI制御部または電流PI制御部の少なくとも一方を低下させる信号を出力するので、目標とする電圧値に応じた制御ゲインへ変更可能となり、また、S/Wでの処理負荷が軽減されるので、よりコストを低減することができる。

【0278】また、比較器の出力に基づいてPWM制御装置に接続された負荷を増加するように負荷へ信号を出力する負荷量調節器とを備えたので、負荷量調節器とを備えたので、スイッチ素子の動作を遮断しつつ、直流電圧を放電することによって、よりいっそう、直流電圧を低下させることが可能となり、よりいっそう信頼性の高いPWM制御装置を提供できる。また、必要最低限の直流電圧値での動作になるので、モータを駆動するインバータが負荷の場合、モータを高効率運転でき、かつ、PWM制御装置も高効率にて動作させることができる。

【0279】さらにまた、PWM制御器からの動作信号に基づいて動作する1個のスイッチ素子を有するPWM制御装置の保護回路において、前記PWM制御装置から出力される電圧を検出する電圧検出器と、一定の電圧レベルに設定する電圧レベル設定器と、この電圧レベル設定器により設定された一定の電圧レベルと前記電圧検出器により検出された電圧とを比較する比較器と、前記検出された電圧値が前記一定の電圧レベル以上のときに、PWM制御装置に接続している負荷を増加するように負荷へ信号を出力する負荷量調節器とを備えたので、直流電圧を放電するので、PWM制御装置の動作を停止することなく、過電圧からPWM制御装置を保護することが可能となり、信頼性の高いPWM制御装置を提供することができる。また、必要最低限の直流電圧値での動作になるので、モータを駆動するインバータが負荷の場合、モータを高効率運転でき、かつ、PWM制御装置も高効率にて動作させることができる。

【0280】また、PWM制御器からの動作信号に基づいて動作する1個のスイッチ素子を有するPWM制御装置の保護回路において、前記PWM制御装置から出力される電圧を検出する電圧検出器と、第1の電圧レベルと第2の電圧レベルとに設定する電圧レベル設定器と、この電圧レベル設定器により設定された前記第1、第2の電圧レベルと前記電圧検出器により検出された電圧値と

を比較する比較器と、前記検出された電圧値が前記第1の電圧レベル以上で、前記第2の電圧レベル未満のときに、PWM制御装置に接続している負荷を増加するように負荷へ信号を出力する負荷量調節器とを備え、前記比較器の出力が、前記検出された電圧値が第2の電圧レベル以上のときに、前記スイッチ素子の動作を停止させる動作遮断器と、前記動作遮断器の遮断を解除する遮断解除器とを備えたので、直流電圧を放電するので、通常は力率改善回路の動作を停止することなく、過電圧から力率改善回路を保護することができ、さらに、大きな過電圧が発生しても力率改善回路を保護することができ、信頼性の高い力率改善回路を提供することができる。また、必要最低限の直流電圧値での動作になるので、モータを駆動するインバータが負荷の場合、モータを高効率運転でき、かつ、PWM制御装置も高効率にて動作させることができる。

【0281】さらに、負荷としてモータ駆動用のインバータと前記インバータを制御するインバータ制御器を備えたPWM制御装置保護回路において、前記インバータ制御器は、前記インバータが前記モータに出力する通電位相角を、負荷量調節器から出力される信号に基づいて遅らせるようにするので、直流電圧を放電するので、PWM制御装置の動作を停止することなく、過電圧からPWM制御装置を保護することが可能となり、信頼性の高いPWM制御装置を提供することができる。また、必要最低限の直流電圧値での動作になるので、モータを駆動するインバータが負荷の場合、モータを高効率運転でき、かつ、PWM制御装置も高効率にて動作させることができる。

【0282】また、負荷としてモータ駆動用のインバータと前記インバータを制御するインバータ制御器を備えたPWM制御装置保護回路において、前記インバータ制御器は、前記インバータが前記モータに出力する回転数を、負荷量調節器から出力される信号に基づいて増加させるようにするので、直流電圧を放電するので、PWM制御装置の動作を停止することなく、過電圧からPWM制御装置を保護することが可能となり、信頼性の高いPWM制御装置を提供することができる。また、必要最低限の直流電圧値での動作になるので、モータを駆動するインバータが負荷の場合、モータを高効率運転でき、かつ、PWM制御装置も高効率にて動作させることができる。

【0283】さらにまた、負荷としてモータ駆動用のインバータと前記インバータを制御するインバータ制御器を備えたPWM制御装置保護回路において、前記インバータ制御器は、前記インバータが前記モータに出力する印加電圧を、負荷量調節器から出力される信号に基づいて増加させるようにするので、直流電圧を放電するので、PWM制御装置の動作を停止することなく、過電圧からPWM制御装置を保護することが可能となり、信頼

10

20

30

40

50



性の高いPWM制御装置を提供することができる。また、必要最低限の直流電圧値での動作になるので、モータを駆動するインバータが負荷の場合、モータを高効率運転でき、かつ、PWM制御装置も高効率にて動作させることができる。

【0284】また、PWM制御器からの動作信号に基づいて動作する1個のスイッチ素子とリアクトルを有するPWM制御装置の保護回路において、前記リアクトルは、複数の積層板からなり、断面が矩形形状の一对の横枠コアと、一对の縦枠コアからなる枠状コアと、前記横枠コアと縦枠コアの端部の接続部に各々設けられたギャップと、前記横枠コアまたは縦枠コアの各々に回巻された一对の巻線とを備え、さらに、前記PWM制御装置に流れる電流を検出する電流検出器と、一定の電流レベルに設定する電流レベル設定器と、この電流レベル設定器により設定された一定の電流レベルと前記電流検出器により検出された電流値とを比較する比較器と、前記検出された電流値が前記一定の電流レベル以上のときに、前記PWM制御器の前記スイッチ素子の動作停止を持続する動作遮断器とを備えたので、小型で高性能、低損失とすることができ、また、ギャップのばらつきが少なくでき、リアクトルの性能ばらつきも小さくなり、より信頼度が高く、突発的な過電流から保護することができる。また、一時的なスイッチ素子の動作遮断を行うための第1の電流レベルを設定しなくとも、過電流によるPWM制御装置の運転停止を回避でき、動作が継続するのでPWM制御装置の信頼性も向上することができる。

【0285】さらに、PWM制御器からの動作信号に基づいて動作する1個のスイッチ素子とリアクトルを有するPWM制御装置の保護回路において、前記リアクトルは、複数の積層板からなり、断面が矩形形状の一对の横枠コアと、一对の縦枠コアからなる枠状コアと、前記横枠コアと縦枠コアの端部の接続部に各々設けられたギャップと、前記横枠コアまたは縦枠コアの各々に回巻された一对の巻線とを備え、さらに、前記PWM制御装置に流れる電圧を検出する電圧検出器と、一定の電圧レベルに設定する電圧レベル設定器と、この電圧レベル設定器により設定された一定の電圧レベルと前記電圧検出器により検出された電圧値とを比較する比較器と、前記検出された電圧値が前記一定の電圧レベル以上のときに、前記PWM制御器の前記スイッチ素子の動作停止を持続する動作遮断器とを備えたので、リアクトルを小型化でき、安価なリアクトルにて突発的な過電流を抑制することができ、一時的なスイッチ素子の動作遮断を行うための第1の電流レベルを設定しなくとも、過電流によるPWM制御装置の運転停止を回避でき、PWM制御装置の信頼性も向上することができる。

【0286】また、積層板は、厚さが0.2mm以下の高透磁率である磁性体材料としたので、損失を低減し、発熱によるリアクトルの性能低下を抑制して突発的な過

電流からよりよく保護することができる。

【0287】さらにまた、積層板に方向性のある磁性物質を用い、磁束の流れる方向が横枠コアと縦枠コアで直交するように、縦枠コアと横枠コアを配設したので、損失を低減し、発熱によるリアクトルの性能低下を抑制して突発的な過電流からよりよく保護することができる。

【0288】また、接続部は、横枠コアと縦枠コアの端部を、各々軸方向に対して互いに補角をなす面としたので、磁気抵抗での損失が小さくなり、損失を低減し、発熱によるリアクトルの性能低下を抑制して突発的な過電流からよりよく保護することができる。

【0289】さらに、接続部は、横枠コアの端部の軸方向に対して平行な側面と、縦枠コアの端部の軸方向に対して直角な端面としたので、横枠コア及び縦枠コアの生産をし易くすることができる。

【0290】さらにまた、横枠コアの長さを $a$ 、横枠コアの接合面の直交方向の厚さを $b$ としたときに、縦枠コアの長さを $a-2b$ としたので、小型にすることができる。

【0291】また、横枠コアと縦枠コアを同一長さとしたので、横枠コア及び縦枠コアの生産をし易くすることができる。

【0292】また、一对の巻線を並列巻きとしたので、巻線に流れる電流を分流でき、抵抗分での損失を低減した低損失なリアクトルとすることができ、発熱によるリアクトルの性能低下を抑制して、突発的な過電流から保護することができる。

【0293】さらに、一对の巻線を直列巻きとしたので、枠状コア1辺あたりの巻数を低下させることが可能となり、枠状コアでの磁気飽和に対し余裕を持たせることによって、突発的な過電流から保護することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】 この発明の実施の形態1を示すPWM制御装置の電源回路及びその保護回路のブロック図である。

【図2】 スwitch素子が動作していない場合の動作入力電流波形図である。

【図3】 この発明の実施の形態1の入力電流波形図である。

【図4】 この発明の実施の形態1の動作を示すフローチャートである。

【図5】 この発明の実施の形態1での過電流保護動作について示したロジック波形図である。

【図6】 この発明の実施の形態2を示すPWM制御装置の保護回路のブロック図である。

【図7】 この発明の実施の形態2の動作を示すフローチャートである。

【図8】 この発明の実施の形態3におけるPWM制御装置のPI制御を示す制御ブロック図である。

【図9】 この発明の実施の形態4を示すPWM制御装

置の保護回路のブロック図である。

【図10】 この発明の実施の形態4の動作を示すフローチャートである。

【図11】 この発明の実施の形態5の動作を示すフローチャートである。

【図12】 この発明の実施の形態6を示すPWM制御装置の保護回路のブロック図である。

【図13】 この発明の実施の形態6の動作を示す制御ブロック図である。

【図14】 この発明の実施の形態7を示すPWM制御装置の保護回路のブロック図である。

【図15】 この発明の実施の形態8を示すPWM制御装置の電源回路とその保護回路ブロック図である。

【図16】 この発明の実施の形態8の動作を示すフローチャートである。

【図17】 この発明の実施の形態9を示すPWM制御装置の保護回路ブロック図である。

【図18】 この発明の実施の形態9の動作を示すフローチャートである。

【図19】 この発明の実施の形態10を示すPWM制御装置の保護回路ブロック図である。

【図20】 この発明の実施の形態10の動作を示すフローチャートである。

【図21】 この発明の実施の形態11を示すPWM制御装置の保護回路ブロック図である。

【図22】 この発明の実施の形態11の動作を示すフローチャートである。

【図23】 この発明の実施の形態12を示すPWM制御装置の保護回路ブロック図である。

【図24】 この発明の実施の形態13におけるPWM制御装置のPI制御を示す制御ブロック図である。

【図25】 この発明の実施の形態13におけるPWM制御装置のPI制御部への補正方法を示す制御ブロック図である。

【図26】 この発明の実施の形態14を示すPWM制御装置の電源回路とその保護回路ブロック図である。

【図27】 この発明の実施の形態14のインバータ負荷を適用した場合のPWM制御装置の電源回路とその保護回路ブロック図である。

【図28】 この発明の実施の形態15を示すPWM制御装置の電源回路とその保護回路ブロック図である。

【図29】 この発明の実施の形態16を示すPWM制御装置の電源回路とその保護回路ブロック図である。

【図30】 入力電圧波形と突発的な過電流が発生して

いる場合の入力電流波形図である。

【図31】 この発明の実施の形態16を示すリアクトルの斜視図である。

【図32】 この発明の実施の形態16を示すリアクトルの組み合わせを示す斜視図である。

【図33】 この発明の実施の形態16を示すリアクトルの枠状コアの上面図である。

【図34】 この発明の実施の形態16を示すリアクトルの組み合わせを示す斜視図である。

【図35】 この発明の実施の形態17を示すリアクトルの枠状コアの上面図である。

【図36】 この発明の実施の形態18を示すリアクトルの直列巻を示す上面図である。

【図37】 この発明の実施の形態18を示すリアクトルの並列巻を示す上面図である。

【図38】 この発明の実施の形態18を示すリアクトルの巻線方法を示す回路図である。

【図39】 この発明の実施の形態19を示すリアクトルの組み合わせを示す斜視図である。

【図40】 この発明の実施の形態19を示すリアクトルの枠状コアの上面図である。

【図41】 従来技術を示す回路ブロック図である。

【図42】 従来技術に追加する過電流保護回路図である。

【図43】 従来技術を示す回路構成図である。

【図44】 従来技術の回路構成に追加する制御ブロック図である。

【図45】 従来技術における回路構成のスイッチ素子が動作していない場合の動作入力電圧波形図である。

【図46】 従来技術の入力電流波形図である。

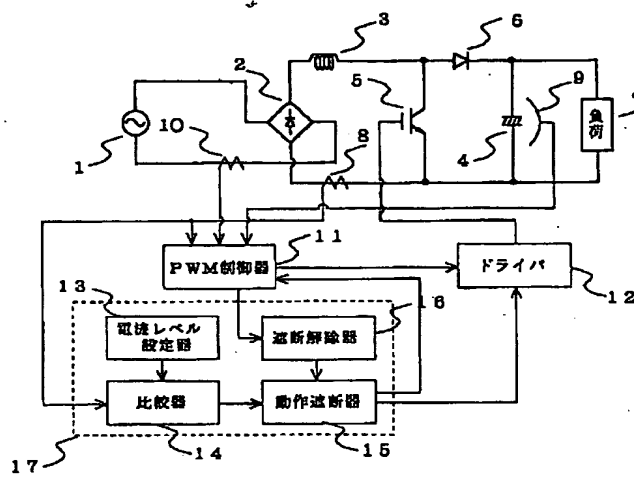
【図47】 従来のギャップ付きのコアを持つリアクトルの正面図である。

【図48】 従来の他のギャップ付きのコアを持つリアクトルの斜視図である。

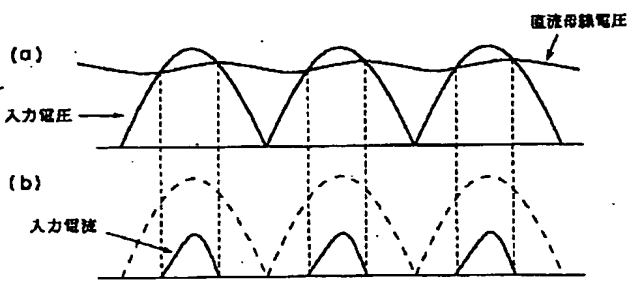
【符号の説明】

1 交流電源、5 スイッチ素子、8 電流検出器、9 直流電圧検出器、11 PWM制御器、13、66 電流レベル設定器、14 比較器、15、51 動作遮断器、16 遮断解除器、17、69 保護回路、18、63 制御ゲイン調整器、19、62、64 補正器、21 インバータ制御器、61 電圧レベル設定器、65 負荷量調整器、71 横枠コア、71a 薄厚のコア材、72 縦枠コア、73 ギャップ、74 巻線、75 枠状コア。

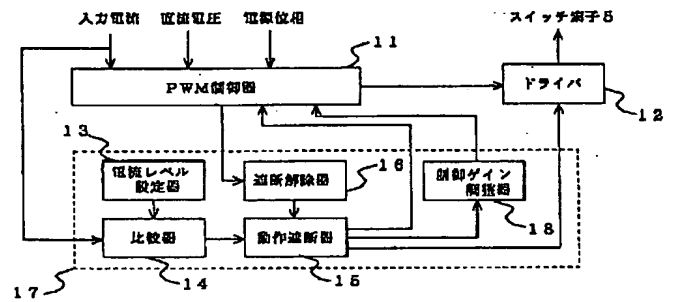
【図1】



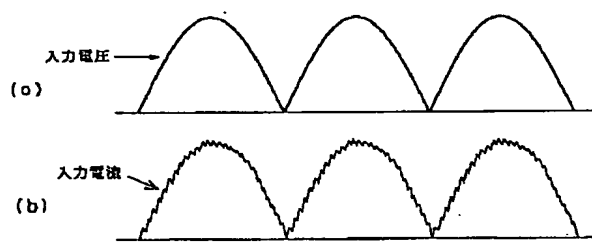
【図2】



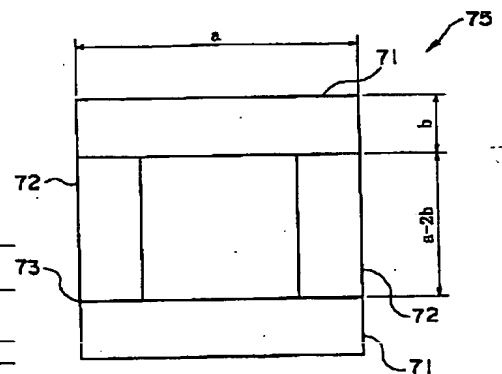
【図6】



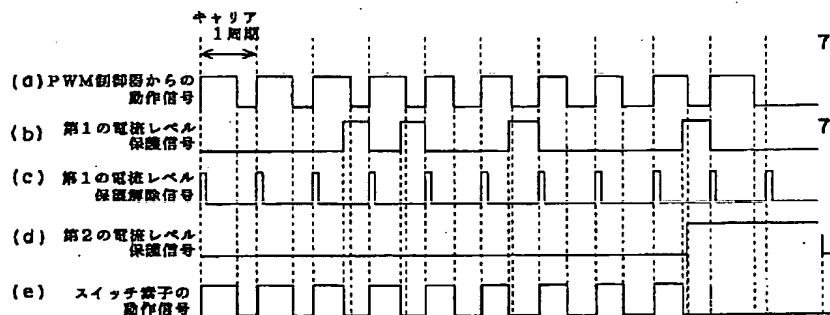
【図3】



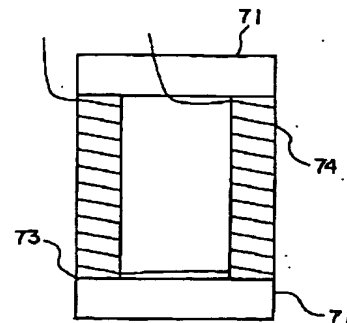
【図35】



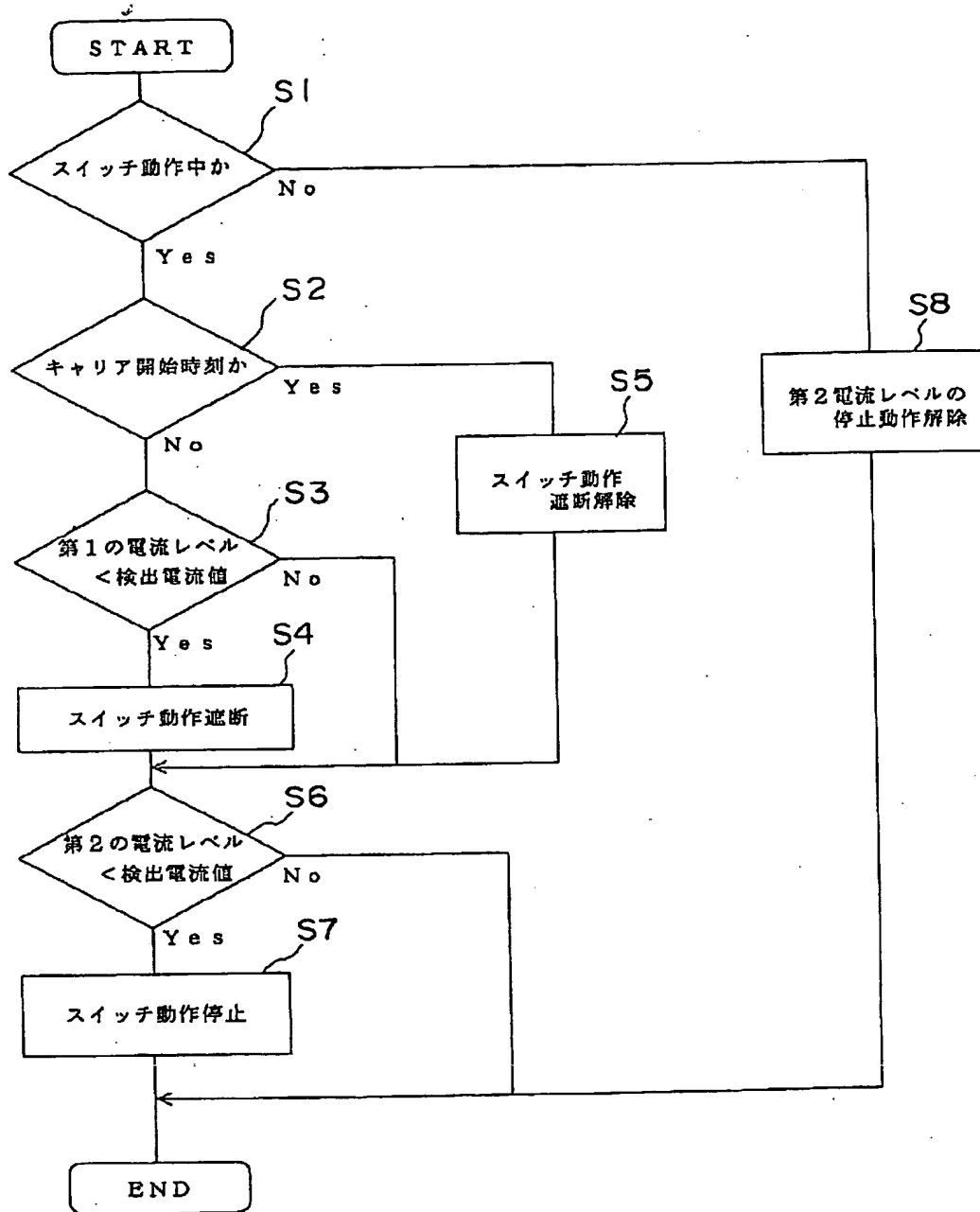
【図5】



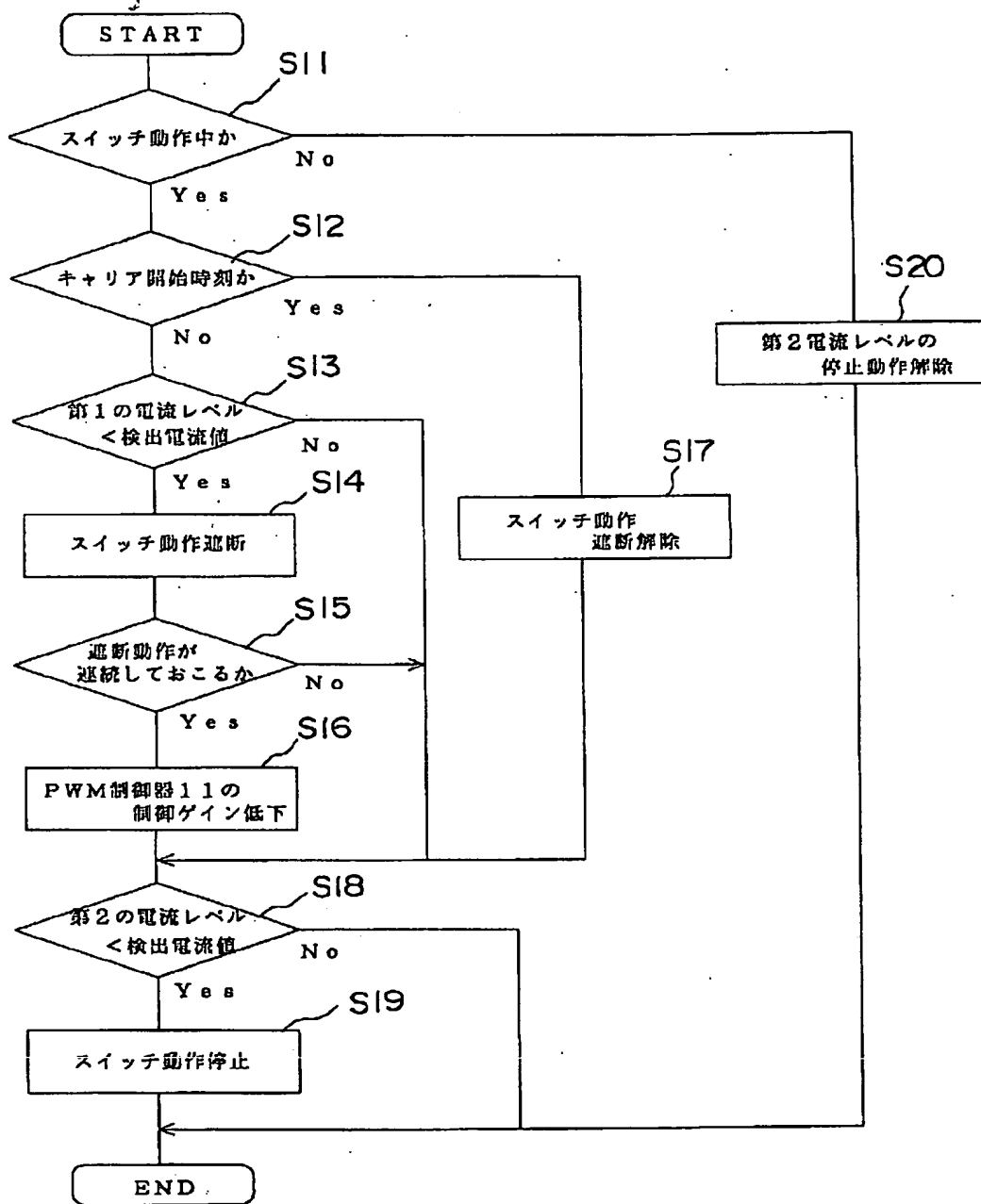
【図36】



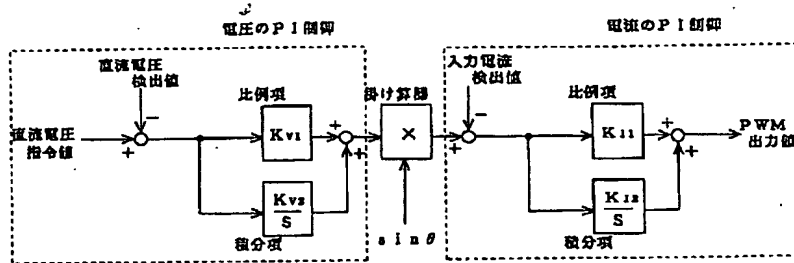
【図4】



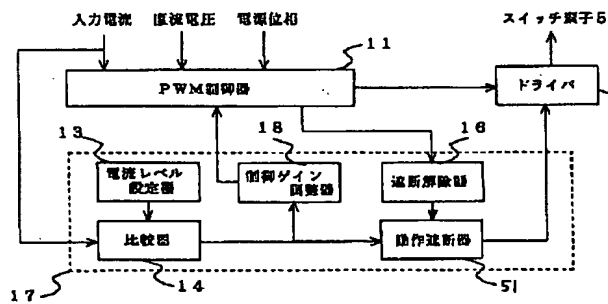
【図7】



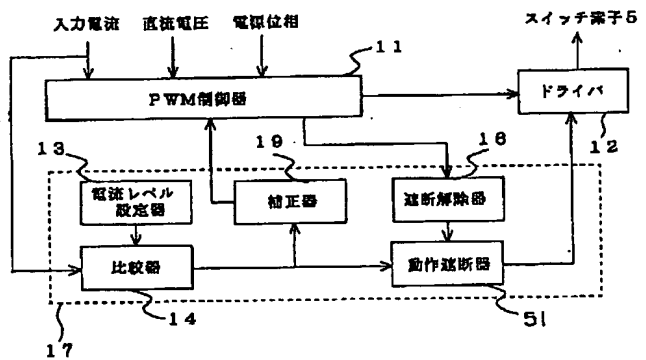
【図8】



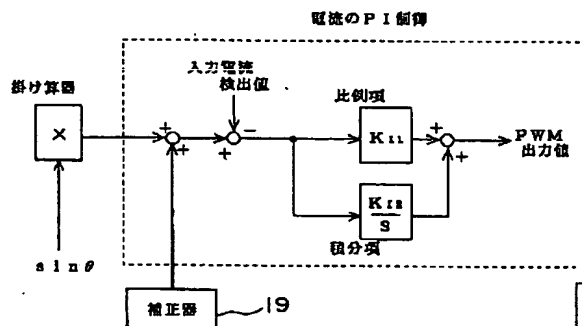
【図9】



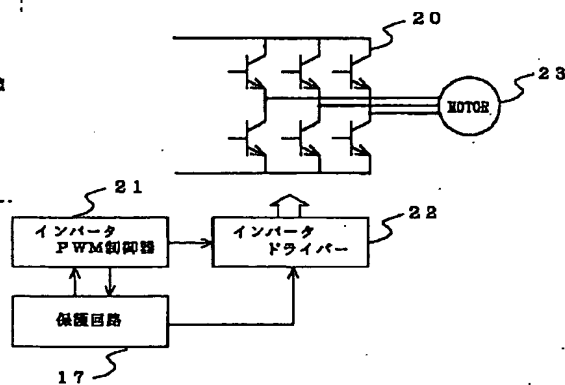
【図12】



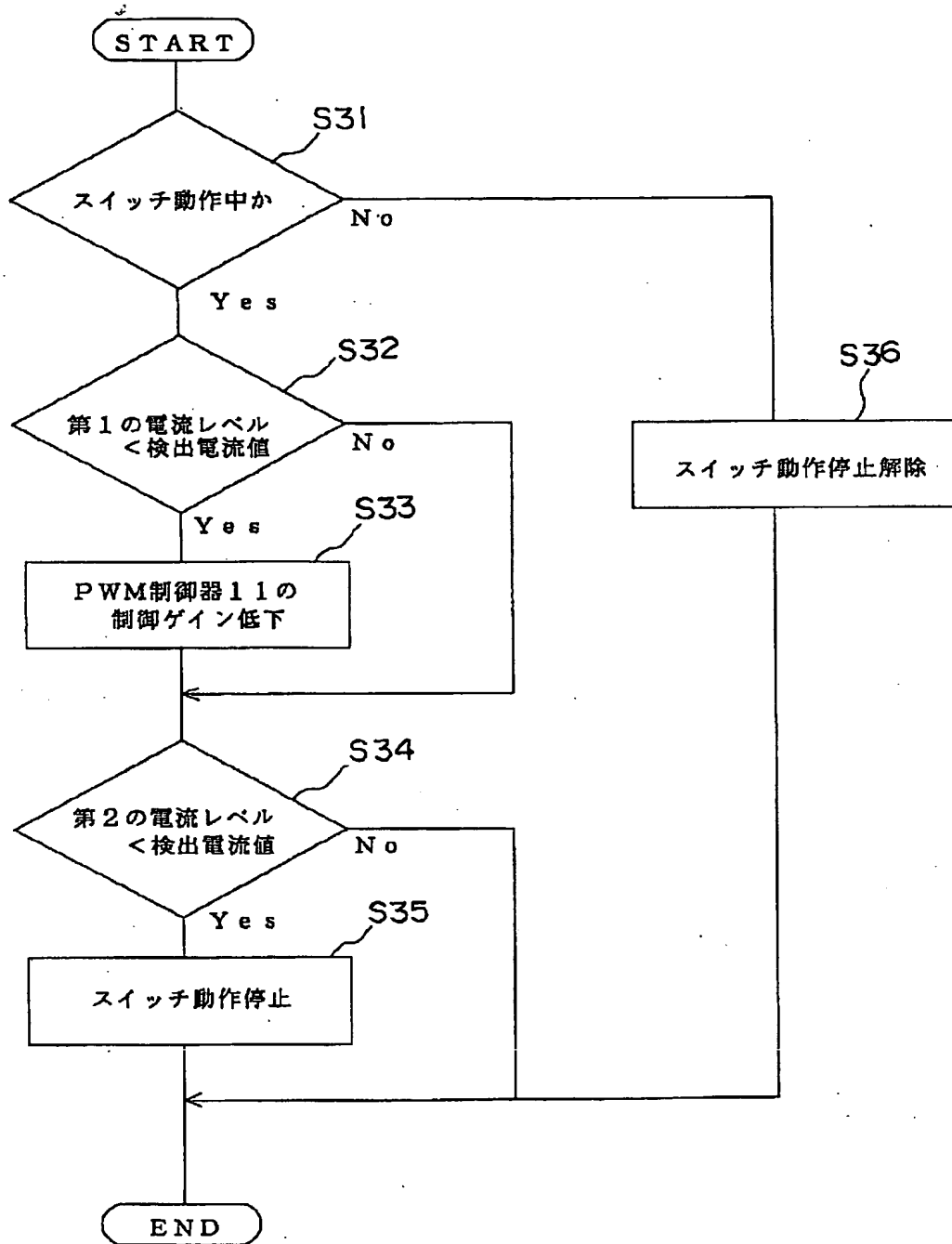
【図13】



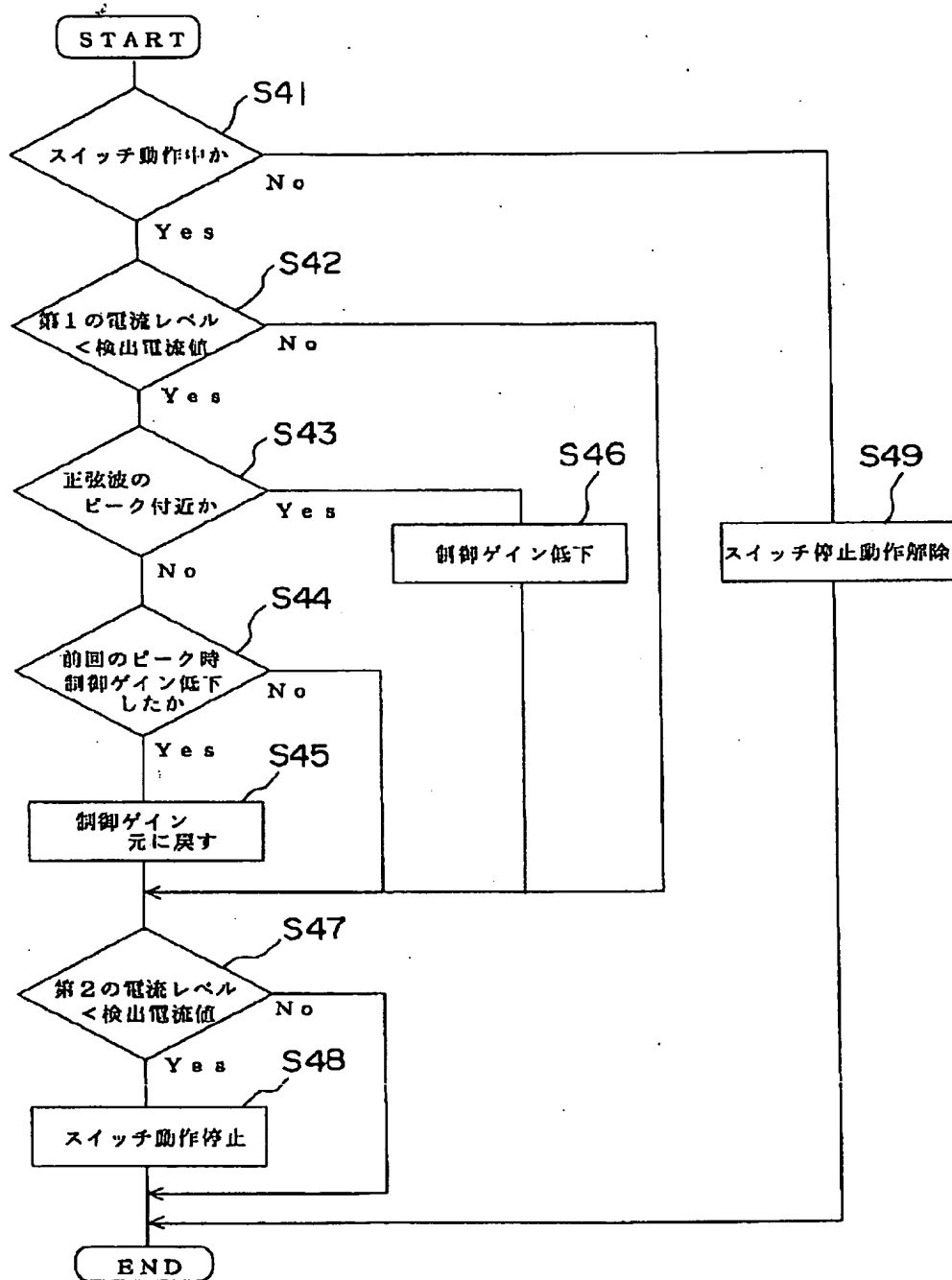
【図14】



【図10】

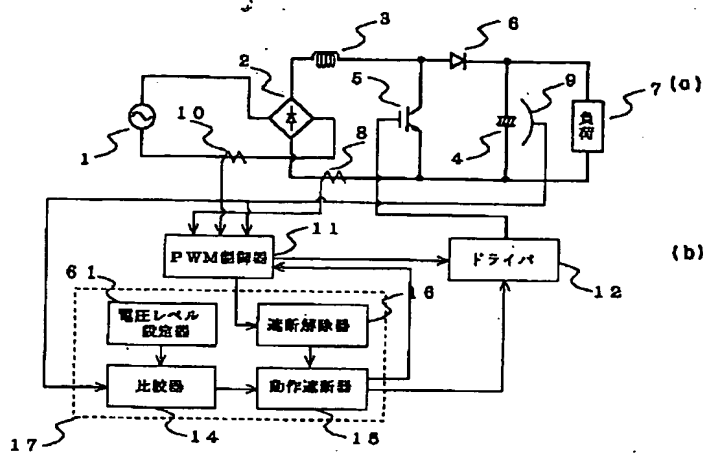


【図11】

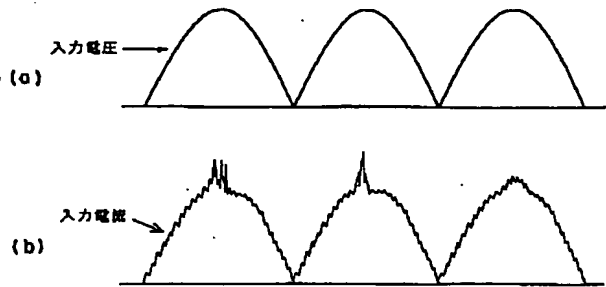




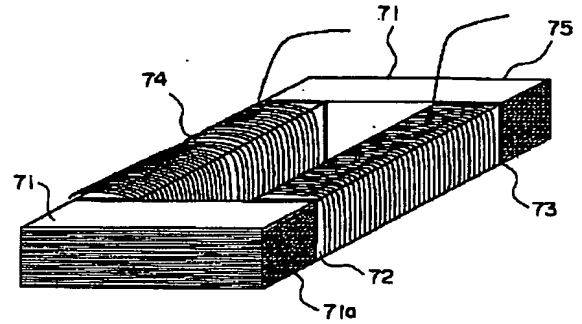
【図15】



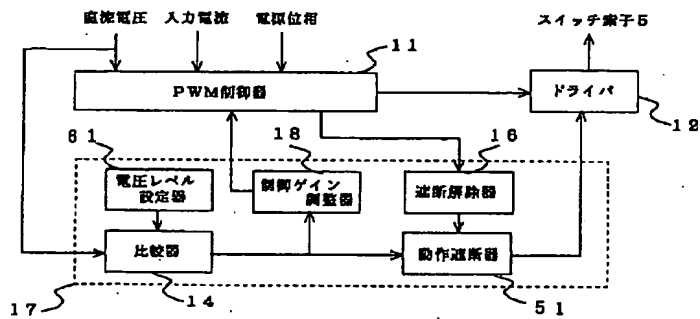
【図30】



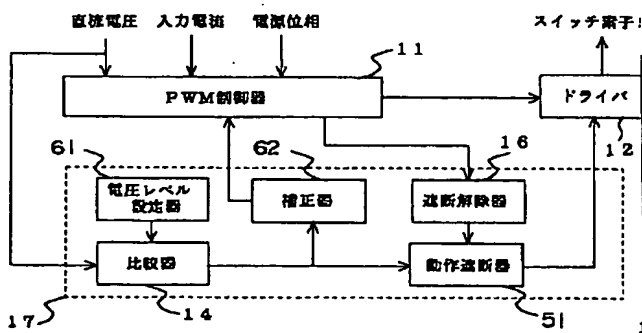
【図31】



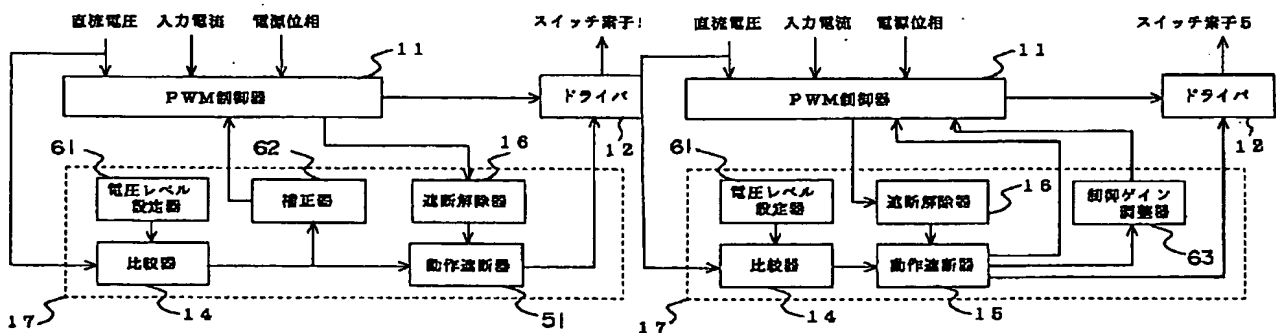
【図17】



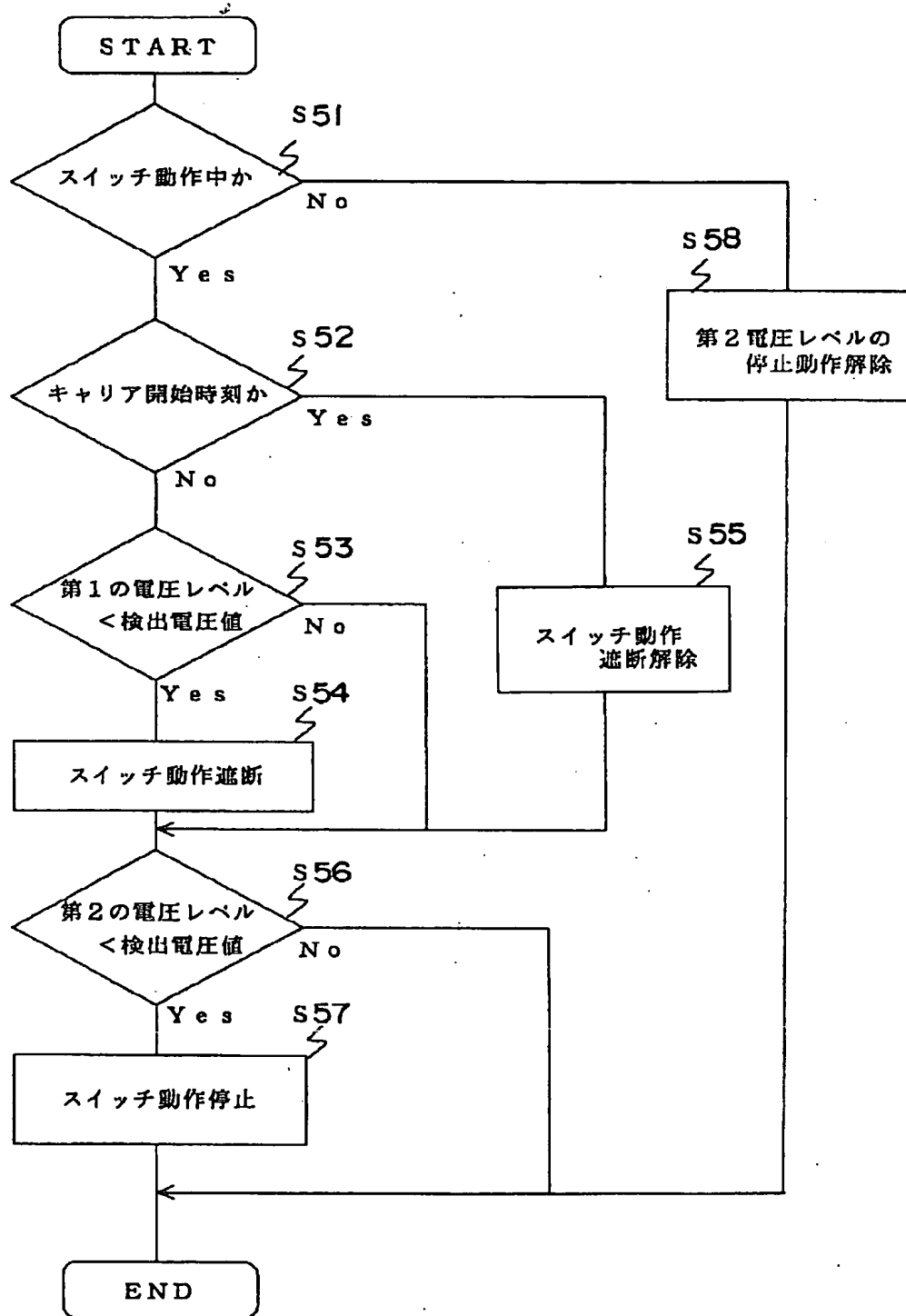
【図19】



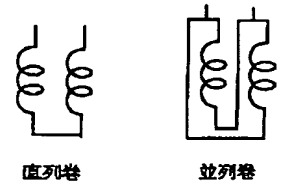
【図21】



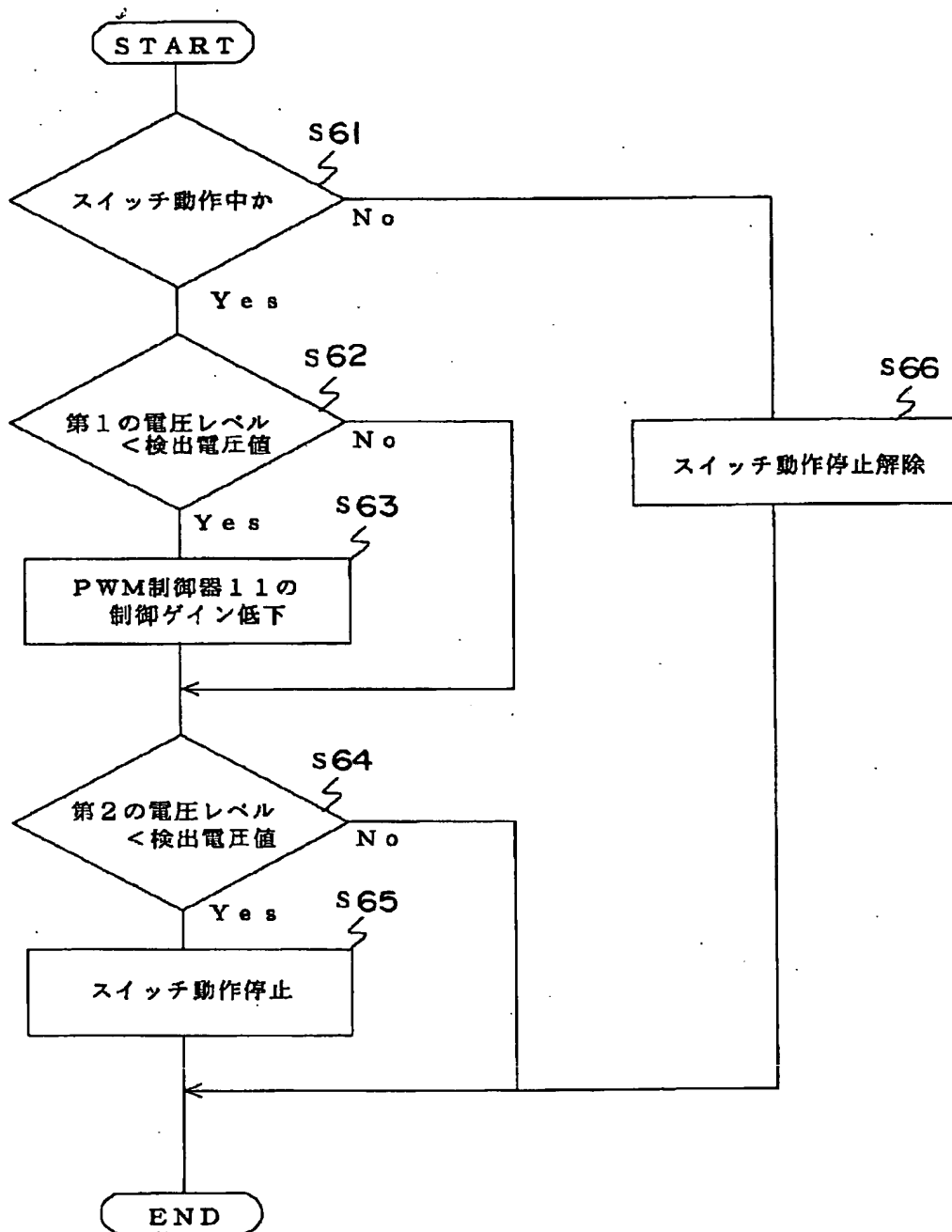
【図16】



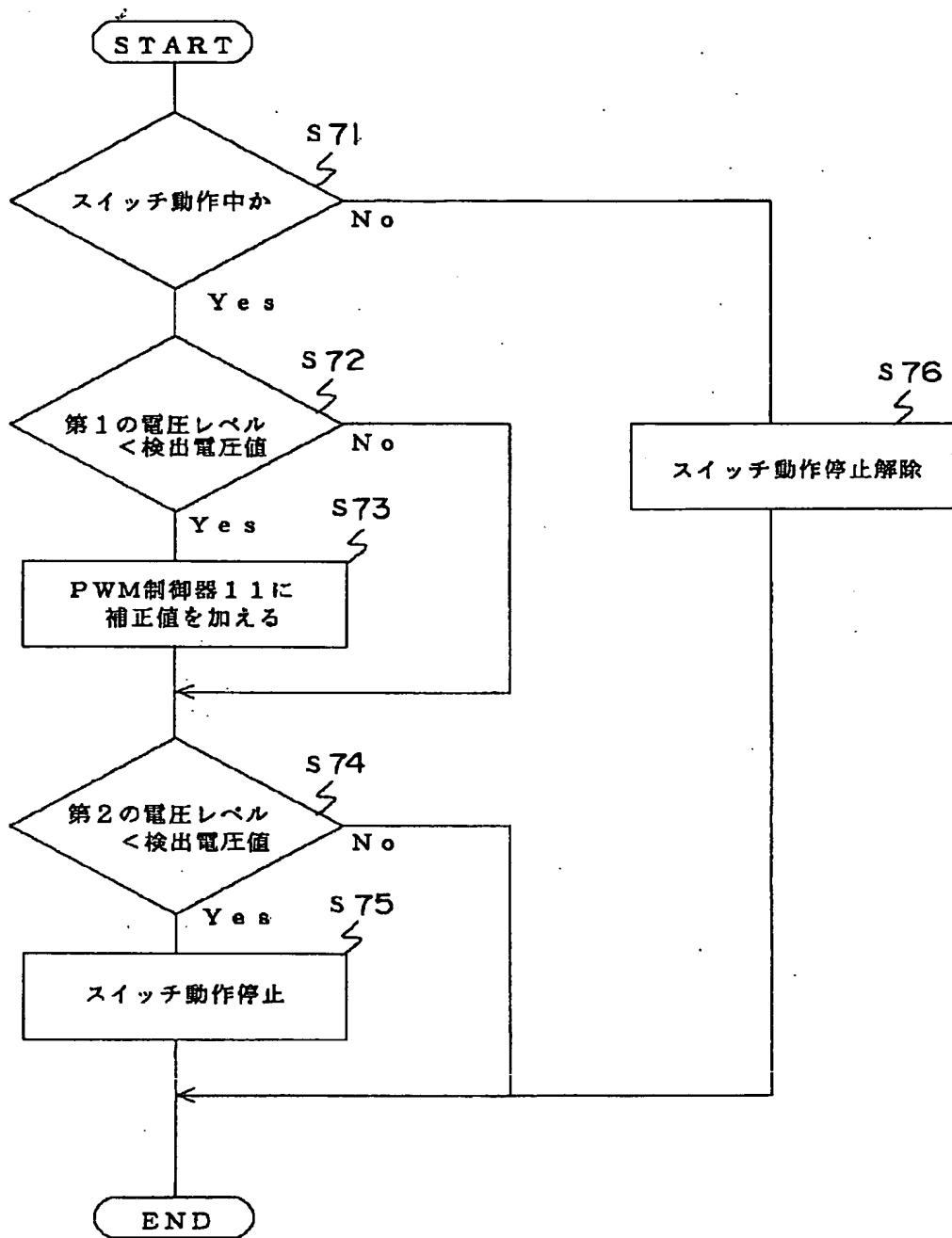
【図38】



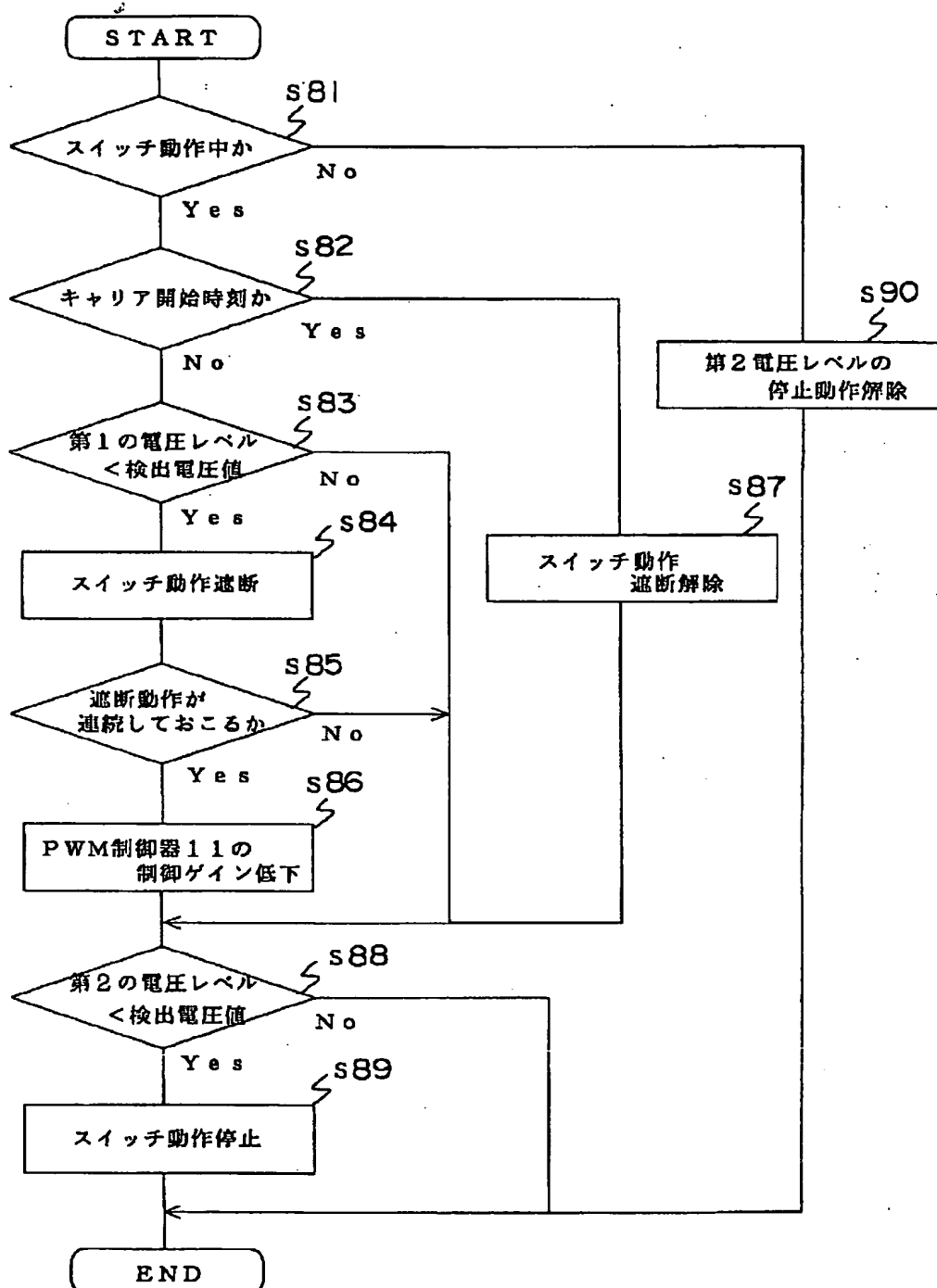
【図18】



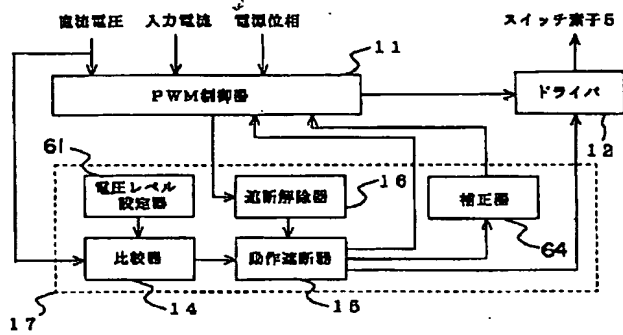
【図20】



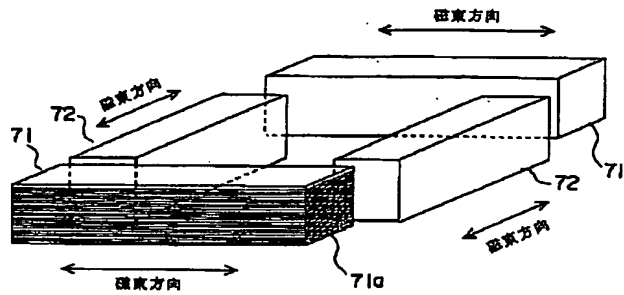
【図22】



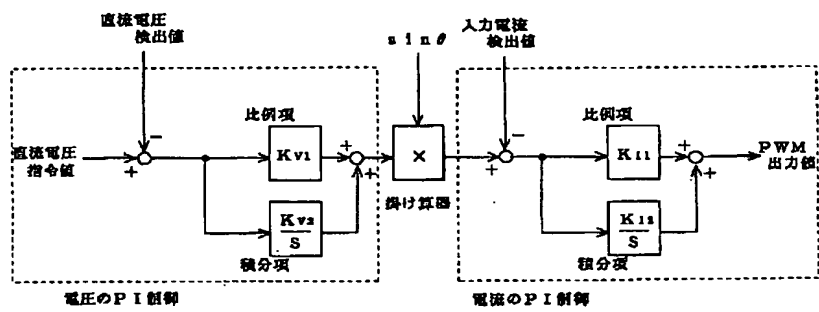
【図23】



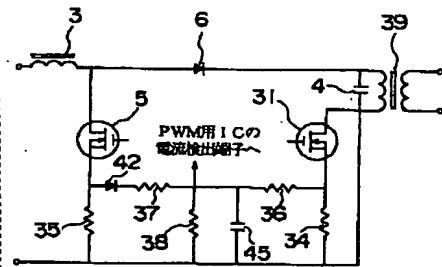
【図32】



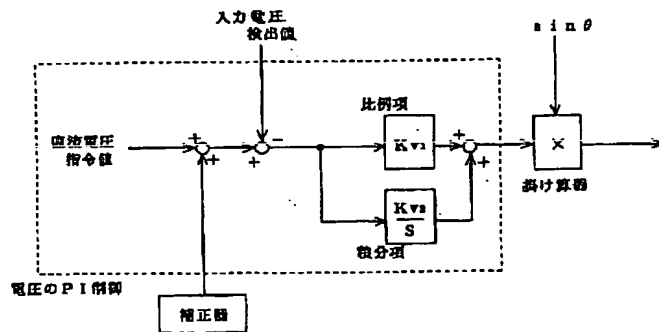
【図24】



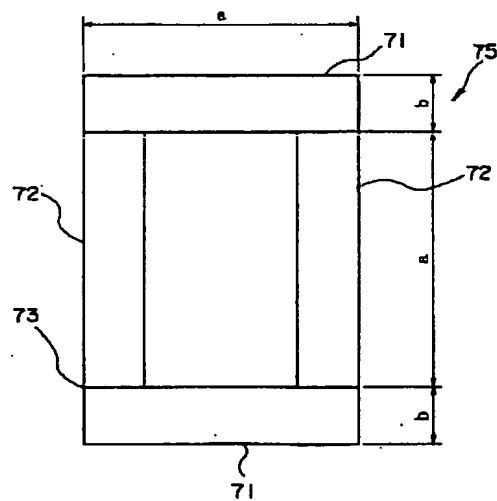
【図42】



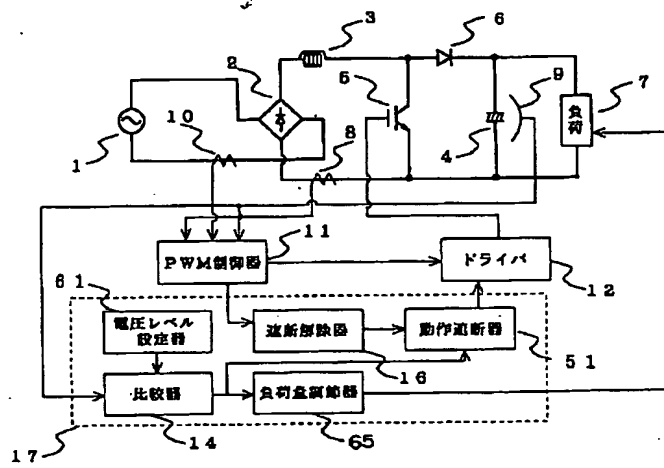
【図25】



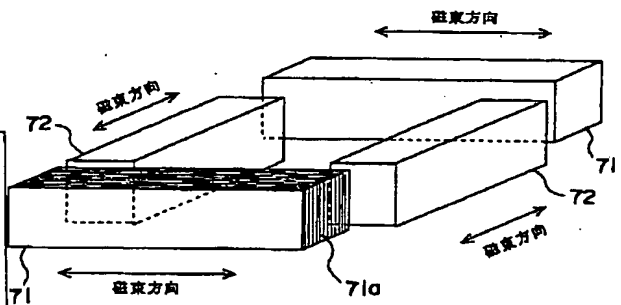
【図33】



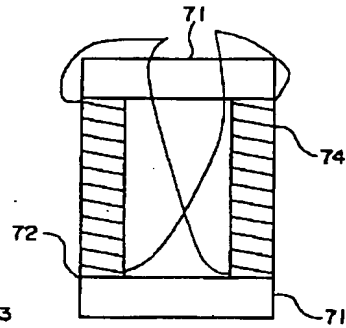
【図26】



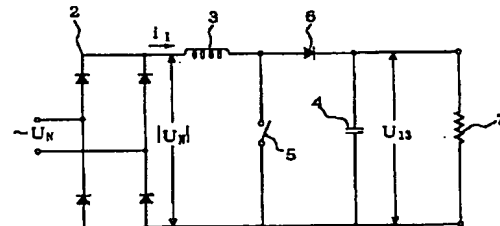
【図34】



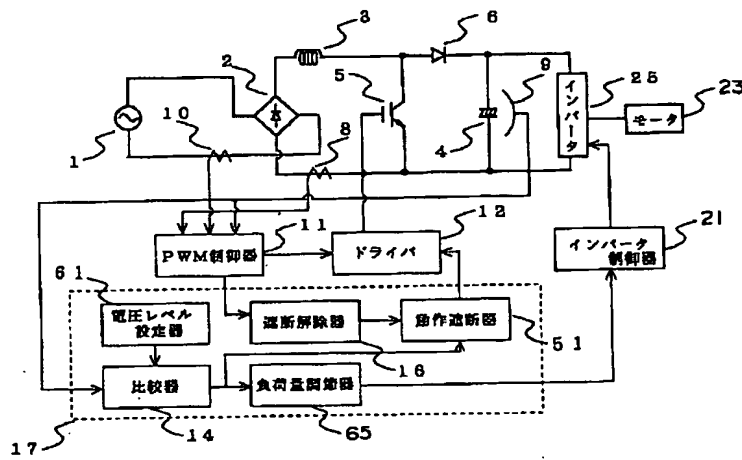
【図37】



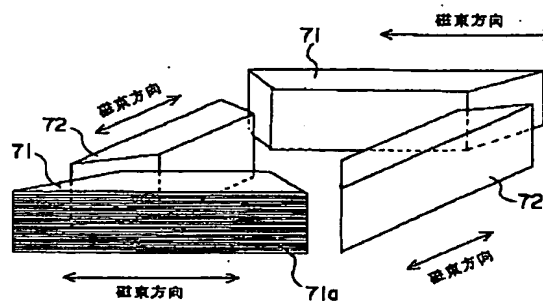
【図43】



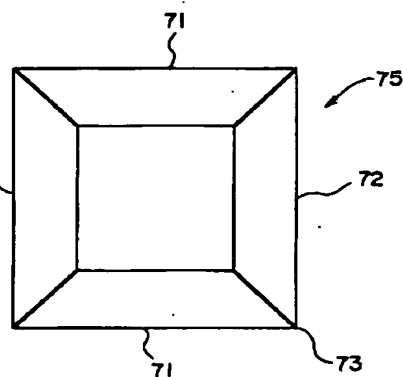
【図27】



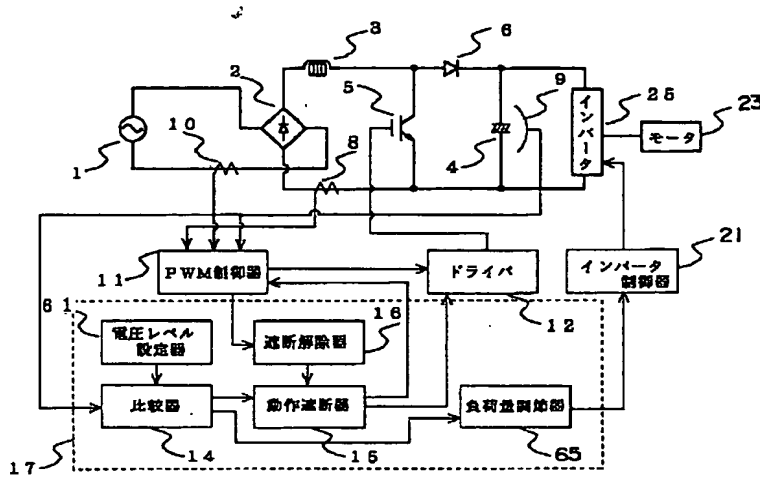
【図39】



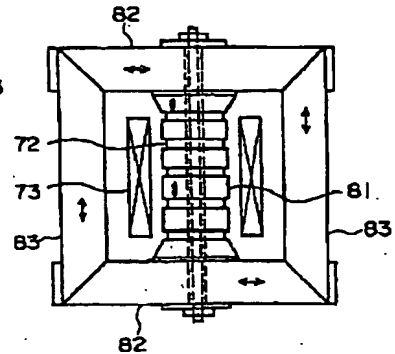
【図40】



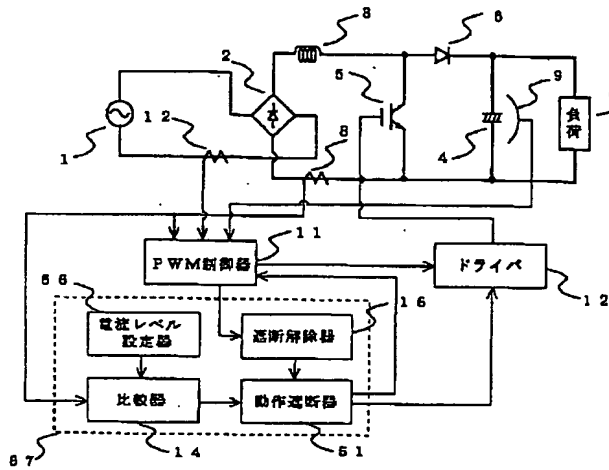
【図28】



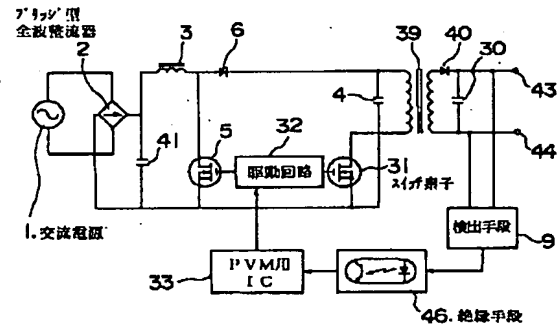
【図47】



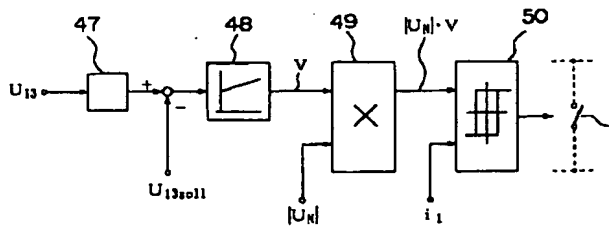
【図29】



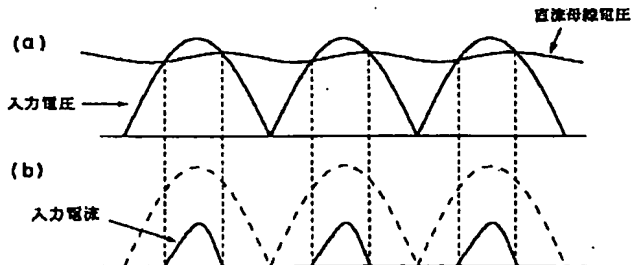
【図41】



【図44】

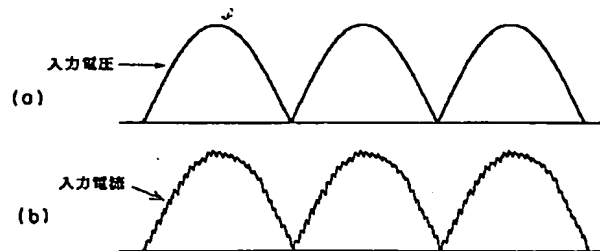


【図45】

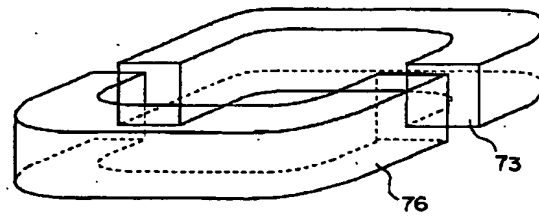




【図46】



【図48】



## フロントページの続き

(51) Int. Cl. 6

識別記号

H 0 2 M 7/217  
7/48

H 0 2 P 3/18  
7/63

3 0 2

F I

H 0 2 M 7/217  
7/48

H 0 2 P 3/18  
7/63

F

M

A

3 0 2 S

(72) 発明者 坂廻辺 和憲  
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三  
菱電機株式会社内

(72) 発明者 本木 崇浩  
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三  
菱電機株式会社内

(72) 発明者 望月 昌二  
東京都千代田区大手町二丁目6番2号 三  
菱電機エンジニアリング株式会社内